

冷凍食品技術研究

(Frozen Foods Technical Research)

NO. 101
2013年12月
発行

目 次

	頁
〈講 演 要 旨〉 香料会社の視点からみたハラールについて 長谷川香料株式会社 品質保証部 稲井 隆之 …… 1	1
〈講 演 要 旨〉 冷凍うどんの品質について テーブルマーク株式会社 研究開発部幹部研究員 古橋 敏昭 …… 8	8
〈随 想〉 肉のおいしさと熟成 日本食品保蔵科学会 顧問 藤木 正一 …… 29	29
〈随 想〉 回想、閩南、閩北、食と文化 公益社団法人日本冷凍空調学会 参与 小泉栄一郎 …… 31	31
〈衛 生 管 理〉 微生物汚染源の迅速推定システム『ラピコム』 アース環境サービス株式会社 執行役員 総合分析センター長 理学博士 猪野 毅 …… 43	43
〈文 献 紹 介〉 『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』 公益社団法人日本冷凍空調学会 参与 東京海洋大学 食品冷凍学研究室 白石 真人 …… 50	50
〈編 集 後 記〉 ……	58

冷凍食品技術研究会

<講演要旨>

香料会社の視点からみたハラールについて

長谷川香料株式会社

品質保証部 稲井 隆之

香料会社の視点からみた ハラールについて

冷凍食品技術研究会
2013年9月2日

- イスラム教
- ハラール
- ガイドライン
- MUIについて
- ハラール申請



Confidential

1

T.HASEGAWA CO., LTD.

イスラム教

- 610年頃、アラビア半島でムハンマドがメッカ郊外のヒラー山中の洞窟で神(アッラー)の啓示を受けたことにより始まった宗教
- 一神教
- ムスリム：神に帰依した人々
- クルアーン：精神論と生活のルール
- 厳しい戒律・・・食の制限『ハラール』
- 偶像崇拜禁止
- 一夫多妻制
- 神の前の平等

Confidential

2

T.HASEGAWA CO., LTD.

イスラム教の六信

- アッラー
 - 唯一神「アッラー」の存在
- 天使
 - ガブリエル、ミカエル、イスラフイル、イズラール
- 啓典
 - 「クルアーン」「モーゼ五書」「ダヴィデの詩篇」「イエスの福音書」
- 預言者
 - アダム、ノア、アブラハム、モーゼ、イエス、ムハンマド
- 来世
 - クルアーンの中で説かれている来世は、まず人間が「最後の審判の日」に神の前で審判を受けることになっている。そこでは生前の善悪の行為が比べられ、悪人は地獄へ、善人は天国へと導かれる。
- 天命
 - 神の予定

Confidential

3

T.HASEGAWA CO., LTD.

イスラム教の五行

- 「信仰告白」
アッラーの他に神はなし。ムハンマドはその使徒なり。
- 「礼拝」
夜明け、正午、午後、日没、夜半
- 「断食」
ラマダーンの1ヶ月間
- 「喜捨」
寄付
- 「巡礼」
メッカへの巡礼



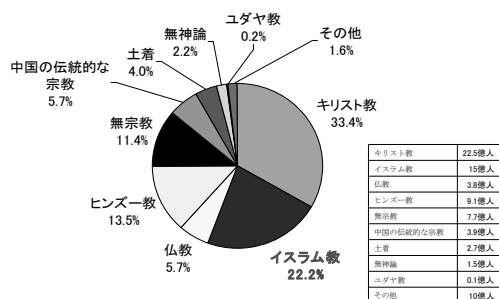
Confidential

4

T.HASEGAWA CO., LTD.

世界の宗教分布

出典：百科事典「ブリタニカ」年鑑2009年版



キリスト教	22.5億人
イスラム教	15億人
仏教	3.8億人
ヒンズー教	9.1億人
無宗教	7.2億人
中国の伝統的な宗教	3.9億人
土着	2.7億人
無神論	1.5億人
ユダヤ教	0.1億人
その他	10億人

2008年現在
世界人口67億人

Confidential

5

T.HASEGAWA CO., LTD.

ムスリムの地域別分布表

世界のイスラム教徒：15億人

Confidential

6

T.HASEGAWA CO., LTD.

モスク



Confidential

T.HASEGAWA CO., LTD.

モスク内部



Confidential

8

メッカの方向



Confidential

ハラール食品



Confidential

10

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラール食品



Confidential

11

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラールでない食品



Confidential

12

T.HASEGAWA CO., LTD.

- 肉類は厳格に売り場を分けてある

MUIについて



<http://www.halalmui.org/>

Confidential

13

T.HASEGAWA CO., LTD.

MUIとは何か ...インドネシア宗教学者評議会

インドネシア語表記

LPPOM-MUI = Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetik Majelis Ulama Indonesia

英語表記

AIFDC-ICU = The Assessment Institute of Foods, Drugs and Cosmetics of the Indonesian Council of Ulama



Confidential



14

T.HASEGAWA CO., LTD.

MUIの役割

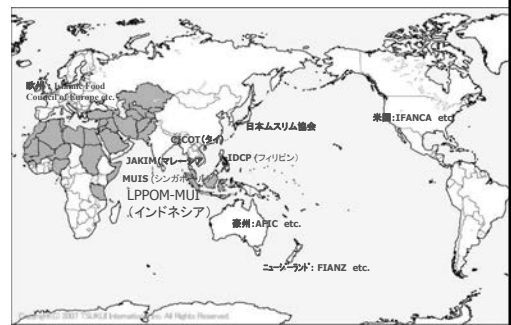
- 製造された製品がイスラム教の法のコンプライアンスに従ったハラール食品かどうか監査
- すべてのムスリム消費者に対するハラール製品の知識の普及
- ハラール製品に関して方針、規則、規制、および推薦事項を法制化する際に政府にアドバイス
- 地方や国際的なレベルで認証団体をグローバルに公認しながらハラール食品のネットワークを構築

Confidential

15

T.HASEGAWA CO., LTD.

各国のハラール認証団体



Confidential

16

T.HASEGAWA CO., LTD.

MUI インターナショナルハラールトレーニング

- 2004/2/11~2/12 Jakarta
 - 長谷川香料発表
- 2008/7/1~7/3 Jakarta
 - HASのガイドライン発表
- 2009/7/26-7/29 Bogor
 - HASの実施について
 - フレーバーのワークショップ
- 2010/7/23-7/25 Jakarta
 - HASの実施について
 - 1st International Halal Business and Food Expo
- 2011/6/23-6/24 Jakarta
 - HASの実施について
 - 2st International Halal Business and Food Expo
- 2012/7/4-7/6 Jakarta
 - HASの実施について
 - 3st International Halal Business and Food Expo



Confidential

17

ハラール Certificateの重要性

- ムスリムの人達にハラール性を保証するために Certificateが必要。
- Codexにおいても「ハラール」は定義されている。(CAC/GL 24-1997)
- 12億人のムスリム(イスラム教徒)が112カ国に住んでいる。東南アジアや中東だけでも4億人以上の人口がいて巨大な市場を形成している。
- 2025年には世界人口の30%まで拡大。

Confidential

18

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラールガイドライン



Confidential

19

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラールとハラーム

Halal: イスラム法において、「許された」または「合法の」の意。
HALAL食品は、アッラーにより食べ物を許された食品で、**経典クルアーン(コーラン)**に記述されている。

↑
↓
HALAL foods とは衛生的な品質で製造されただけでなく Al Quran や Hadits に記載されている事を忠実に守って作られた食品である。

Haram: 許されないもの

HARAM foods とは非衛生的な品質で生産されただけでなく Al Quran や Hadits に記載されている事を守らずに製造された食品である。

Fatwa ファトワ

ウラマー(イスラム教学者)によって出されたイスラム教の法的な意見、解釈

Confidential

20

T.HASEGAWA CO., LTD.

Al Qur'anにおけるハラールとハラーム

- **アル・バカラ 2章172節、173節 (Al-Baqarah 172-173)**
信仰する者よ、われがあなたがたに与えた良いものを食べなさい。そしてアッラーに感謝しなさい。もしあなたがたが本当に、かれに仕えるのであるならば、
かれがあなたがたに、(食べることを)禁じられるものは、死肉、血、豚肉、およびアッラー以外(の名)で供えられたものである。だが故意に違反せず、また法を越えす必要に迫られた場合は罪にはならない。アッラーは寛容にして慈悲深い方であられる。
- **アル・マイーダ 5章90節、91節 (Al-Maidah 90-91)**
あなたがた信仰する者よ、誠に酒と賭失、偶像と占い矢は、忌み嫌われる悪魔の業である。これ避けなさい。恐らくあなたがたは成功するであろう。
悪魔の望むところは、酒と賭失によってあなたがたの間に、敵意と憎悪を起こさせ、あなたがたがアッラーを信じ礼拝を捧げるのを妨げようとすることである。それでもあなたがたは慎まないのであるか。

Confidential

21

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラール概念

アッラーが創造したものは特に禁止された例外を除きハラールである。

- 豚、犬、猛獣、猛禽類、両生類
- イスラム法に従った正しい屠畜によらずに死んだ動物
- 人由来のもの
- Khmar(酔わせるもの)

Confidential

22

T.HASEGAWA CO., LTD.

Slaughtering (食肉処理)

- 健全なムスリムが行う
- 食肉処理する動物はハラールな動物でなければならない
- 屠殺時に生きているか、生きているとみなされる状態にあること
- 刃物は鋭利でなければならない
- 食肉処理は一度で行うこと



Confidential

23

Khamr(酔わせるもの)

- 人を酔わせる製品はkhamr
- 1%以上のアルコールを含むすべての製品はkhamr
- Khamrとして分類される飲み物はharam であり najis (不浄なもの)
- 発酵法により製造される1%未満のアルコールを含む飲料はkhamrではない。しかし、消費することはharam

Confidential

24

T.HASEGAWA CO., LTD.

Artificial Haram Flavors

製品名やにおいがharamと同じものは、たとえそれらがhalal原料で作られていてもharam
(例 rum flavor, pork flavor, etc.)

Microbial Products

HARAMとnajisの材料から構成要素を得ない限り、微生物の製品はHALAL

Confidential

25

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラール製造

- ハラール製造ラインを設定する
 - ハラール製造ラインはハラームやナジスな原料のコンタミがないようにする
 - 少なくともポークフリーであることが必要
- 保管場所はハラール原料とハラーム原料を離して保管する

Confidential

26

T.HASEGAWA CO., LTD.

LP POM に原料のhalal性を証明するための必要事項

- 動物/動物由来原料または複合原料や疑わしい原料はMUIが承認した認証団体のHalal certificateが必要
- 発酵製品においては培地など詳細な原材料を開示
- 原料のオリジナル(出発原料)
- 製造用剤を含んだ製造フローチャート
- 必要であれば研究室での分析結果

Confidential

27

T.HASEGAWA CO., LTD.

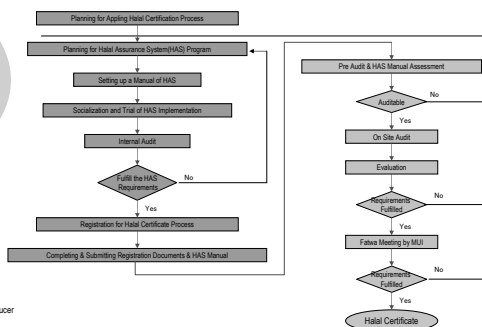
ハラール申請について

Confidential

28

T.HASEGAWA CO., LTD.

ハラール申請手順(MUI)



29



Halal Assurance Systemの構築

1. Halal policy
2. Halal management team
3. Training and education→社内教育と外部講習
4. Material→Listの作成
5. Product
6. Production facility
7. Written procedures for critical activities→Haram CCP設定
8. The product handling for product that not meet criteria→不適合処理について
9. Traceability
10. Internal Audit→6ヶ月毎
11. Management review→レポートの提出

Confidential

30

おわり

Confidential

37

T.HASEGAWA CO., LTD.

<講演要旨>

冷凍うどんの品質について

テーブルマーク株式会社

古橋 敏昭

冷凍うどんの品質について

2013. 9. 2

冷凍食品技術研究会 2013年度第2回講演会

テーブルマーク株式会社

研究開発部 古橋 敏昭

1

冷凍うどんの技術的背景

1973.1.30出願/1982.8.31登録(1111099)

冷凍麺の製造法/日清製粉株式会社

茹麺線を0～5℃の温度を保った水で冷水処理して急速冷却し、茹麺線の剛性を増加せしめた後冷凍することを特徴とする冷凍麺の製造法。

1983.5.17出願/1993.8.13登録(1779184)

即席冷凍うどんの製造法/日清製粉株式会社

タピオカ澱粉を5～30重量%含有する小麦粉を使用して製麺し、そして歩留を270～300%になるように茹で上げ処理して α 化した後、冷凍することを特徴とする冷凍うどんの製造法

弊社(加ト吉⇒テーブルマーク)

1956年 加ト吉水産(現:テーブルマーク)を設立

1974年 冷凍讃岐うどんの製造・販売を開始

2008年 日本たばこ産業(JT)の完全子会社となる

2009年 加ト吉・日本たばこ産業(JT)の一連の事業統合を完了

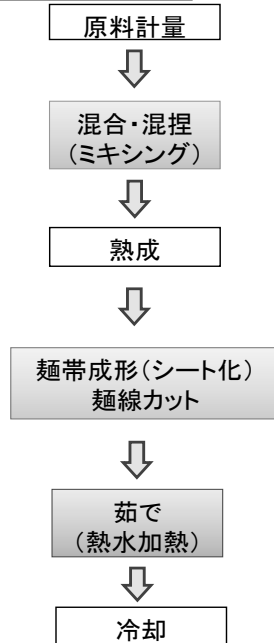
2010年 社名を加ト吉からテーブルマークへ変更

「麺」の加工食品化

- ① 「手打ち」工程の機械化
- ・ミキサー開発
粉と水を合わせる機構＝高速ピンミキサー
 - ・麺帯機
ドラム圧延機、多段圧延機
 - ・茹で／冷却設備
連続個食茹で冷却装置（バケット式）
反転式大窯装置＋玉取り装置

- ② 物流範囲の拡大（保存性の改善）
- ・「乾麺」による「生」麺の保存
 - ・チルド麺の開発
茹で麺の日持ち（衛生管理・物流）
 - ・冷凍麺の開発
生麺品質の維持、長期保存性
 - ・即席麺／カップ麺（スナック麺）の開発
簡便性、新食品形態
食べ方及び食感を含め新しい市場の構築

製麺プロセス



3

「冷凍うどん」製法の”うどん”品質設計

- 1) うどん食感・特性の「品質評価手法」
- ・食感vs物性：官能評価 と 機器分析（物性評価）
 - 官能評価手法
 - 機器分析（レオメーター）手法
 - ・水分分布状態の把握：MRI画像 で確認
- 2) 「生」vs「冷凍」うどんの品質差異
- ・茹で立てうどんの品質特性
 - ・冷凍うどんでの品質維持（製法の工夫）
 - 配合面、製造工程・設備面
- 2) 形態別うどんの品質特性比較
- ・乾麺、チルド、冷凍麺の特性比較

4

麺類の食感評価手法①（官能評価）

調理方法

生うどん調理

20Lのお湯を沸騰させ、1玉分を調理

調理時間 12分

冷凍うどん調理

20Lのお湯を沸騰させ、冷凍麺を1玉ずつ調理

調理時間 1分30秒

- ①調理したうどんを冷水中でぬめりを取る
- ②氷水に15秒さらし、冷却する
- ③水を切り、ざるにあげた時点をも0分として評価開始



官能評価

0分（茹で立て）、10分（延び）の時点で評価

「硬さ」、「ねばり」、「弾力」、「つるみ」の項目にて5点満点で評価

5

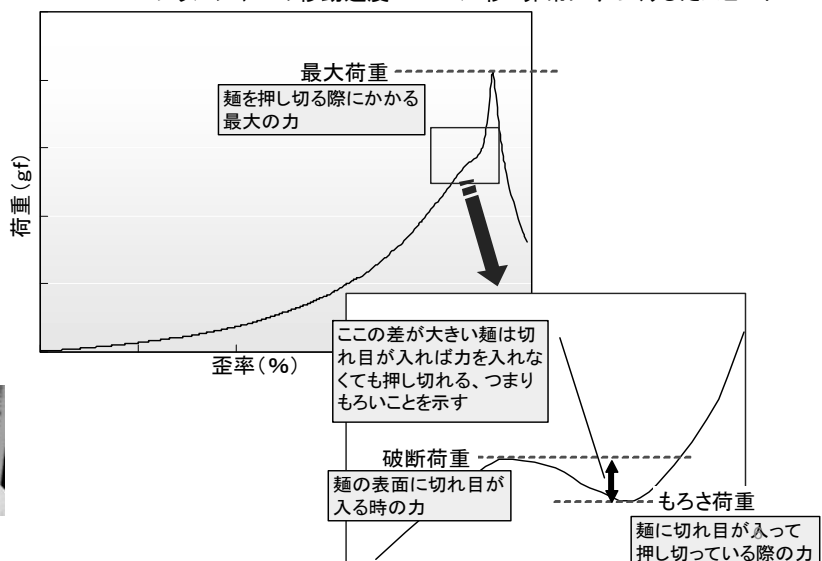
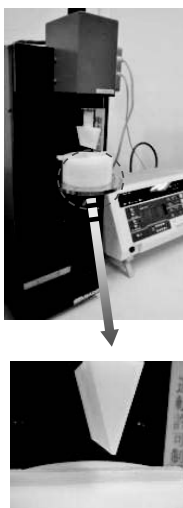
麺類の食感評価手法②（機器測定/物性評価）

破断測定

レオメーター（破断測定装置）

ヒトの歯を模した装置で、噛み切る力を測定

プランジャーの移動速度：1mm／秒 非常にゆっくりとしたスピード



使用した加工澱粉の特徴と麺食感品質への影響

評価点 5点満点 (パネラー7名)

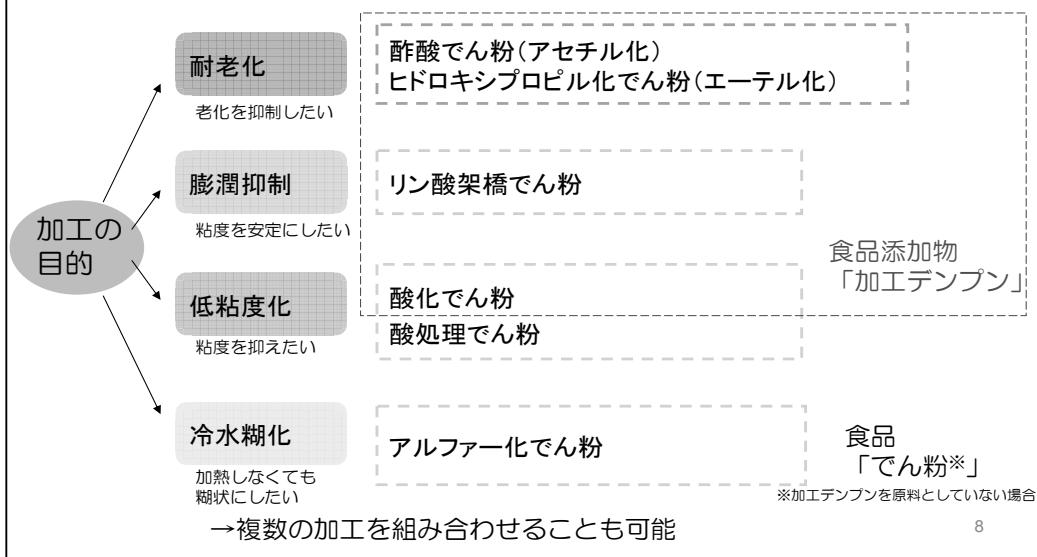
加工澱粉\官能評価	硬さ	ねばり(モチモチ)	弾力	つるみ
未凍結(小麦粉のみ)	3. 81	3. 23	3. 69	3. 34
小麦粉のみ(凍結)	3. 29	2. 86	3. 07	3. 14
アセチル化	3. 07	3. 07	3. 21	3. 29
エーテル化	3. 21	3. 64	3. 21	3. 43
アセチル+架橋	3. 79	3. 21	3. 50	3. 07
エーテル+架橋	3. 64	3. 14	3. 36	3. 21
酸化(低分子化)	4. 29	3. 14	4. 21	3. 29
讃岐生麺(未凍結)	2. 8	3. 5	3. 2	4. 0

加工澱粉種類	処理方法及び状態	目的・用途
アセチル化	アセチル基を結合させることで、アミロペクチン・アミロースの水素結合が弱まり、結晶構造が緩くなる	老化抑制 糊化開始温度の低温化
エーテル化	ヒドロキシプロピル基を結合 アセチル化の性質をより強くした。ソフト感/モチモチ感がより強い	柔らかい食感 モチモチ感の付与
アセチル+架橋	アセチル化・エーテル化の性質を残しつつ、リン酸架橋(澱粉分子がリン酸によりつながれた)をする	攪拌力・高温に安定 酸耐性、キレの良さ
エーテル+架橋	澱粉粒の膨潤・崩壊を抑制 及び 老化抑制の効果	硬い食感、粘度安定
酸化澱粉	澱粉分子を切って短くする→低分子化→粘度低下	粘度安定・老化抑制

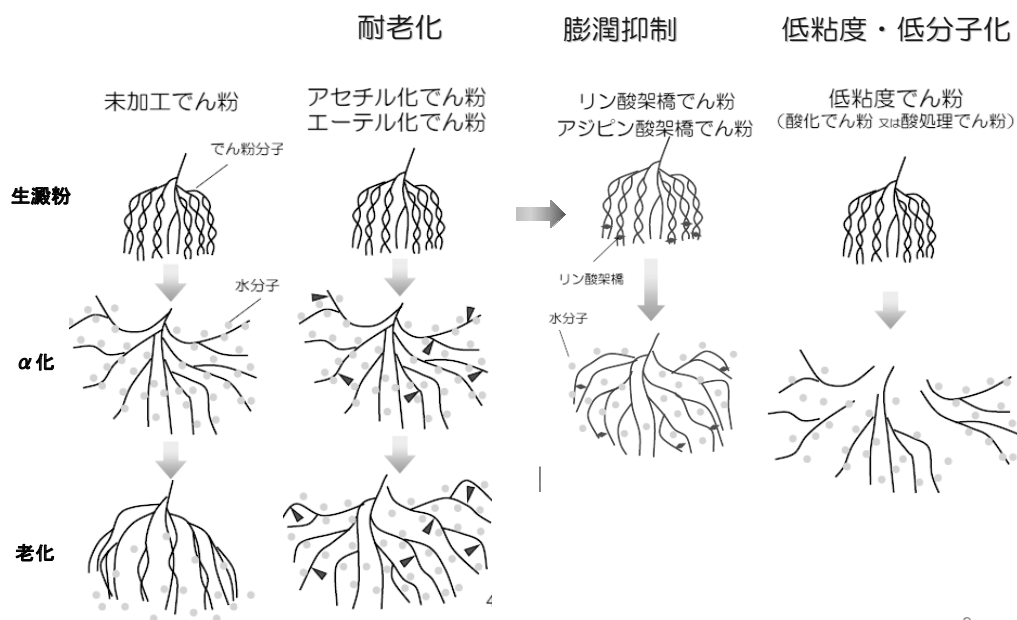
加工でん粉とは

資料提供 J-オイルミルズ社

定義：でん粉本来の物理的性状（粘性、ゲル特性など）を改善するために、物理的、酵素的又は化学的に加工を行ったもの。

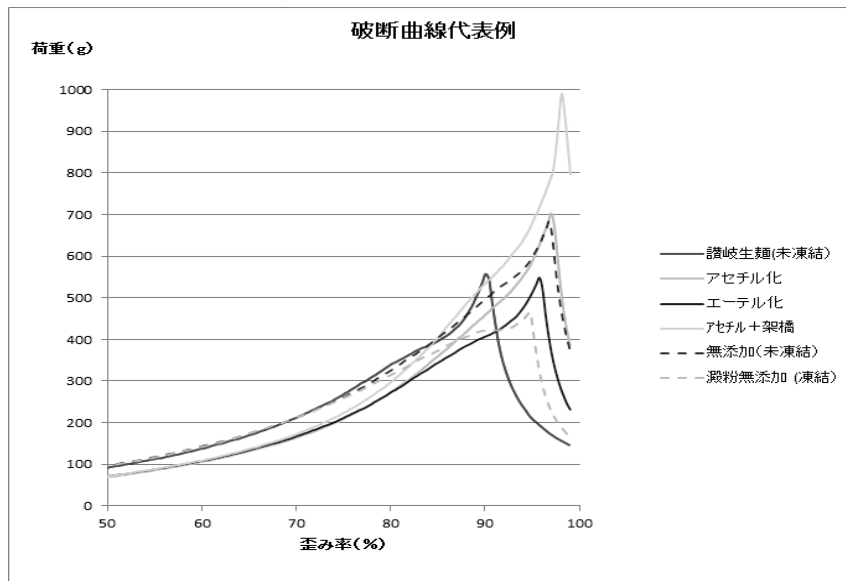


加工澱粉の効果イメージ



9

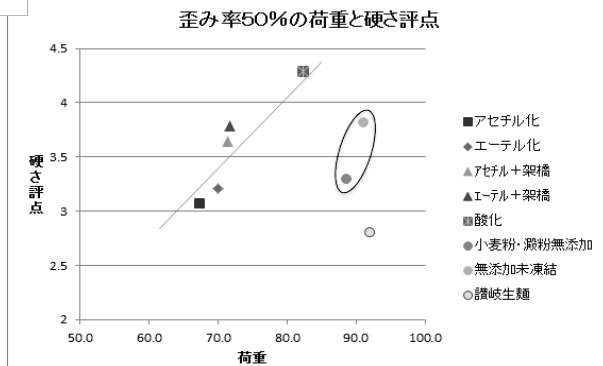
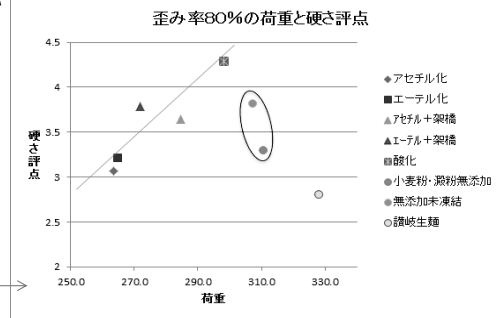
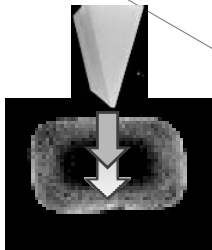
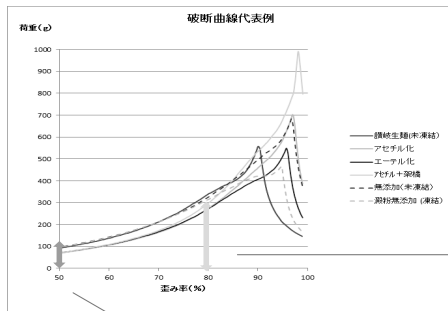
レオメーター波形と食感関係



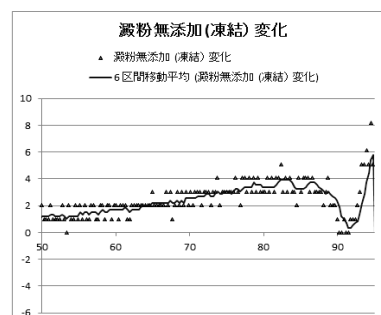
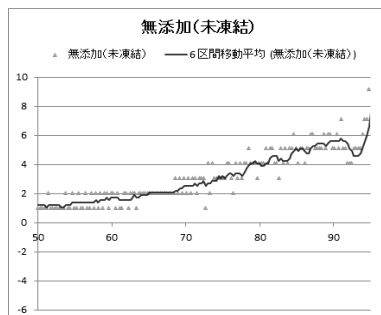
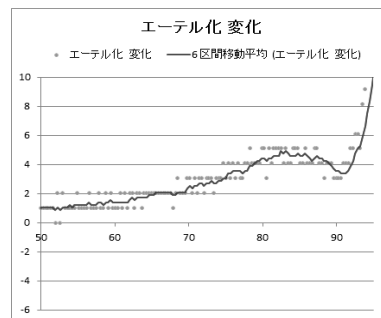
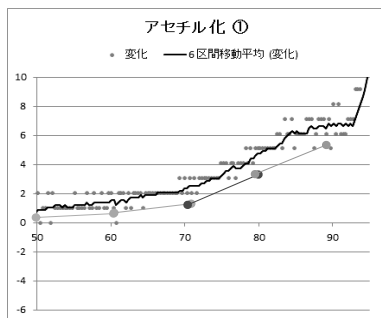
- ②-2 減圧ミキシング⇒歪み強度が上がる(麺が切れ難い)
②-1 澱粉添加⇒凍結耐性の向上(凍結しても強度を維持)
使用する澱粉の特性が反映される

10

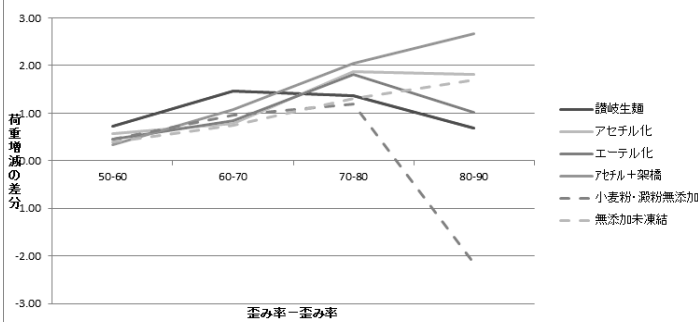
硬さ: レオメーターでの荷重との関係が高い



波形の解析: 荷重変化量(0.3%歪み率毎)を数値化(6点の移動平均)のパターン化?

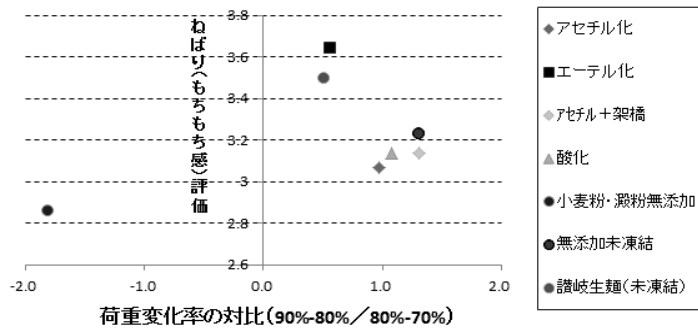


ねばり(もちもち感): 荷重増加の変化パターンとの関係(後半荷重上昇が抑えられる)



讃岐生麺は、麺の荷重抵抗値上昇が、後半、抑制され「力」の逃げを感じる
⇒適度な抵抗感を維持しつつ「逃げ」(ズリ・スベリ)を感じる
⇒腰・モチモチ感と認識?

エーテル化澱粉が、讃岐生麺に近い挙動を示す(アセチル化は変化が弱い)

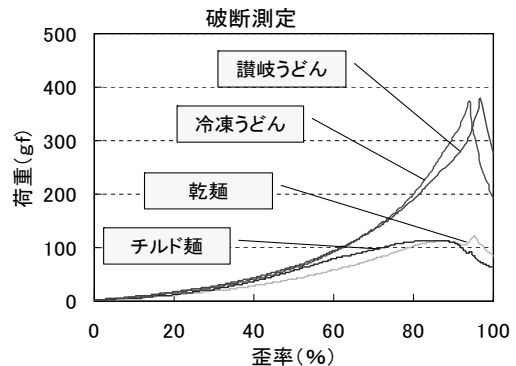
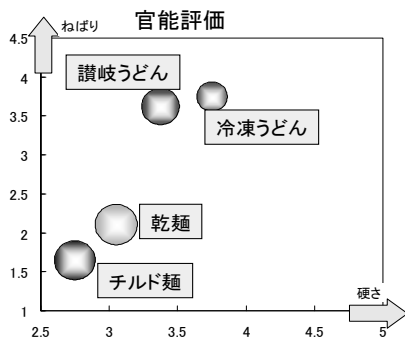


荷重変化量(上昇or下降を歪率域別に算出)

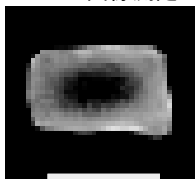
「80%→90%の変化量」を「70→80%の変化量」で割る(対比を取る)
その比率が1.0より低く、かつ、適度に小さい方が「モチモチ感」を強く感じる

麺を押切しており、隙間が小さくさればなるほど荷重は上がる
マイナスは麺が崩れており、弾力を失う

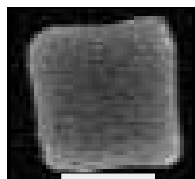
形態別うどんの比較(生麺・チルド麺・乾麺・冷凍麺)



MRI画像測定



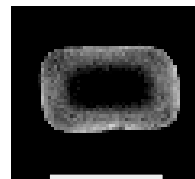
讃岐うどん
厚み3.0mm×幅4.8mm



チルド麺
厚み4.2mm×幅5.1mm



乾麺
厚み1.9mm×幅3.8mm



冷凍うどん
厚み3.0mm×幅4.8mm

※太さが一定ではないため、官能評価・破断強度に違いが生じる

冷凍・チルドうどんの調理性比較

調理例

	チルドうどん	冷凍うどん
ボイル調理	約3分	約1分
レンジ調理		600Wで約3分30秒

チルドうどんのボイル調理に要する時間が冷凍うどんより長い理由

①チルド温度帯(0～10℃)は、澱粉が老化しやすい温度帯(0～5℃)であり、

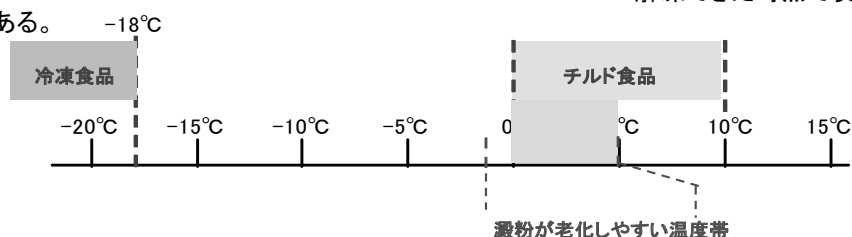
②チルドうどんは老化した澱粉を再度加熱し糊化させる必要がある。

(老化した状態＝ボソボソした食感)

③冷凍うどんは急速凍結／冷凍保存の効果により澱粉の老化が抑えられ、

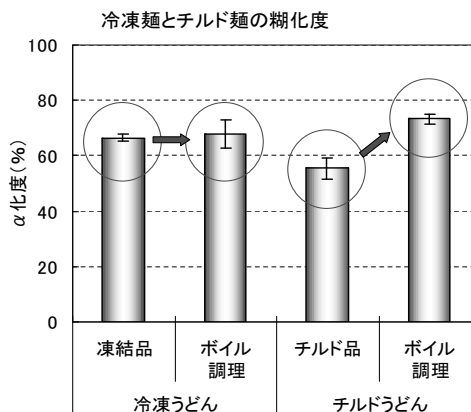
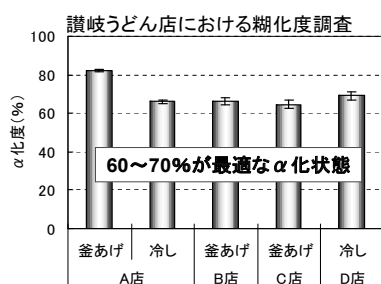
解凍できた時点で喫食可

能である。



冷凍うどんの方が調理性が良好である

冷凍・チルドうどんの糊化(α化)度測定



チルドうどんは、調理時に老化した澱粉を再度糊化させる必要がある

冷凍うどんは茹でたてを急速凍結することで、最適な糊化状態を維持している

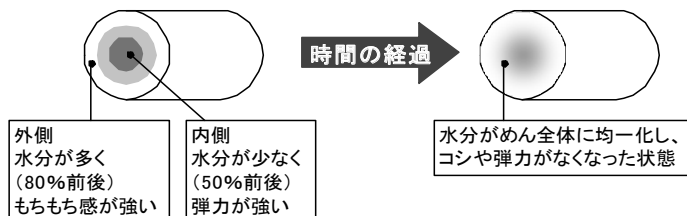
16

食感(品位)について①

理想的な麺の状態

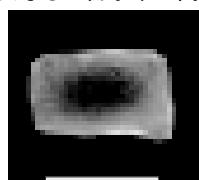
おいしい麺

のびた麺

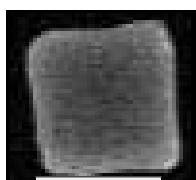


MRI画像測定

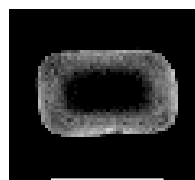
(白く写る=含水率が高い)



讃岐うどん



チルドうどん



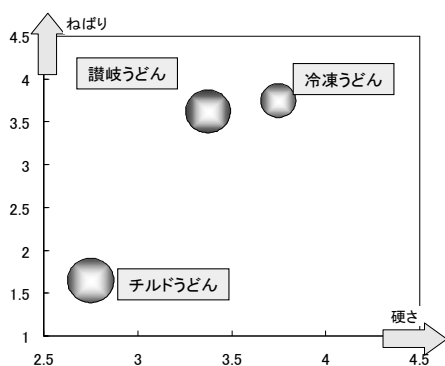
冷凍うどん

冷凍うどんは水分勾配を維持し、良好な食感を生み出している

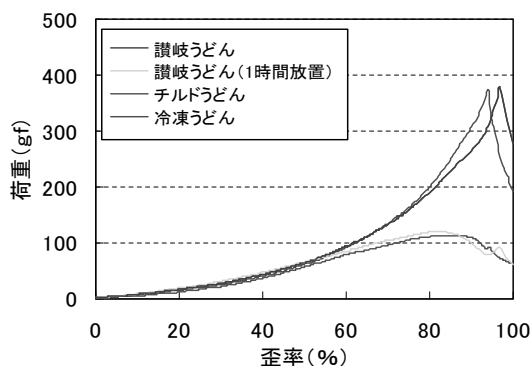
17

食感(品位)について②

官能評価



破断測定



チルドうどんは調理後1時間放置した(茹でのびした)うどんとほぼ同等の食感となる

チルドうどんでは茹でたての讃岐うどんの食感を再現できないが、冷凍うどんは再現可能

※官能評価における円の大きさは調理直後～10分後の食感変化量を表す (円が大きい=のびやすい)

18

「冷凍うどん」の品質課題(冷凍保存中の品質変化)

- 冷凍うどん
- ◆茹で立ての美味しさ
 - ◆短時間調理
 - ◆冷凍で長期保存が可能

冷凍うどんの保管中の品質劣化現象

➤冷凍焼け

霜の発生、麺の乾燥、白色(黄色)化

→調理で復元できず、硬い食感
特にレンジ調理で乾燥部分の硬化が目立つ



正常品



乾燥した冷凍うどん

➤麺物性の劣化(澱粉老化に近い現象)

冷凍保管温度帯により、麺物性の劣化が進行
特に流水解凍タイプでは加熱糊化できない

→劣化した麺はボソボソの食感、
見た目にも透明感が無い



流水解凍後の冷凍うどん(左:正常品 右:劣化品)

※凍結中劣化していても、凍結状態では外観に差が出ない

冷凍焼けはなぜ起こるか

- ・冷凍焼けは食品中の氷の昇華によって起こる。
例えば麺の保管温度が -20°C から -10°C へ変化した場合、
飽和水蒸気圧は 1.03hPa から 2.60hPa となるため、麺から氷が昇華する。
再び -20°C へ変化すると、過剰の水蒸気が霜となって現れる。
- ・この繰り返しで麺の表面が乾燥するため、冷凍焼けは温度変化が原因と考えられる。
しかし流通過程や保管中の温度変化は避けらず、対策について各種の方法を検討した。

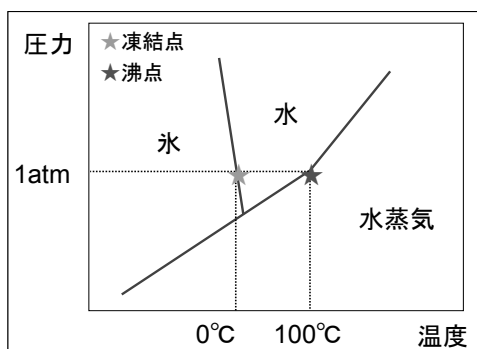


図. 水の状態図

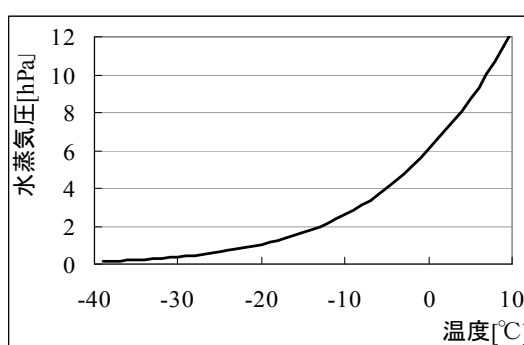
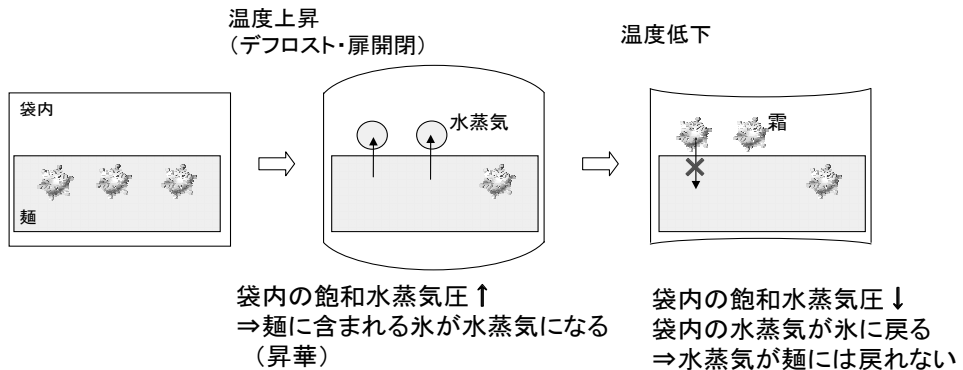


図. 飽和水蒸気圧曲線 20

冷凍焼け防止技術検討

冷凍焼けが起こるメカニズム



冷凍保管中の温度変化により、冷凍焼けが起こる

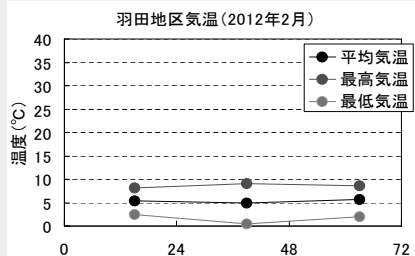
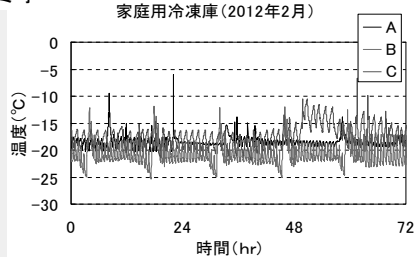
この現象が繰り返されることで、麺の表面が乾燥し、冷凍焼けが進行する

麺の内部の水分を「昇華」させないこと = 冷凍焼け防止技術

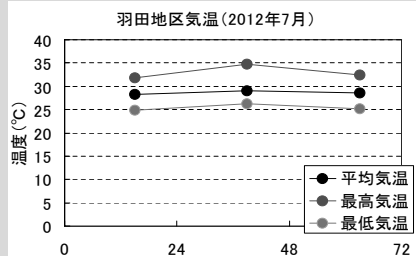
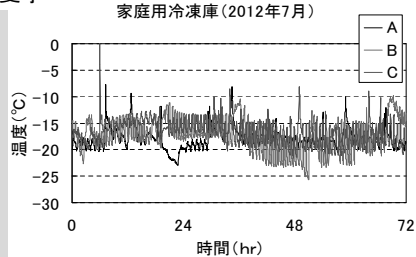
21

家庭用冷凍庫の庫内温度変化

冬季



夏季



温度上昇要因 (物流、ドアの開閉、デフロストなど) ⇒ 冷凍保管中、温度は一定ではない

22

冷凍焼け現象のモデル例

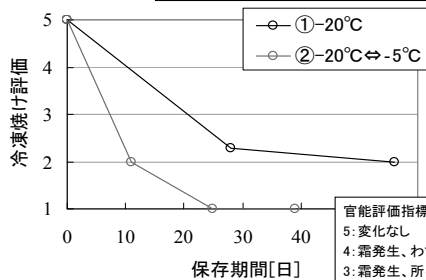
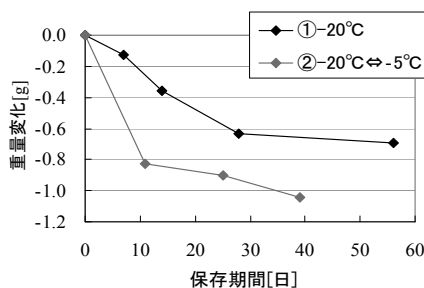
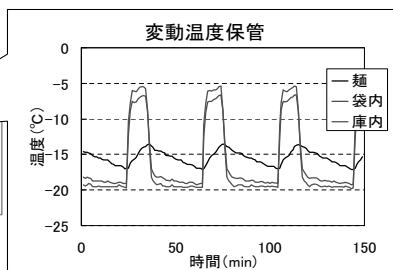
冷凍焼けの進行確認

冷凍うどんを個包装し 以下の条件で保管、冷凍焼けの状態を評価

保存温度: ① -20°C 一定温度 (冷凍庫内)

② $-20^{\circ}\text{C} \leftrightarrow -5^{\circ}\text{C}$ 変動温度

評価方法: ・乾燥による重量変化を測定
・目視で表面の冷凍焼け状態を5段階評価



冷凍うどんの保管中の重量変化と目視による評価値

一定温度での保存よりも温度に変動がある方が、冷凍焼けが速い

官能評価指標
5: 変化なし
4: 霜発生、わずかに麺が白い
3: 霜発生、所々麺が白い
2: 霜が多く発生、全体的に白い
1: 霜が多く発生、全体的に白く、乾燥でスカスカの麺あり

23

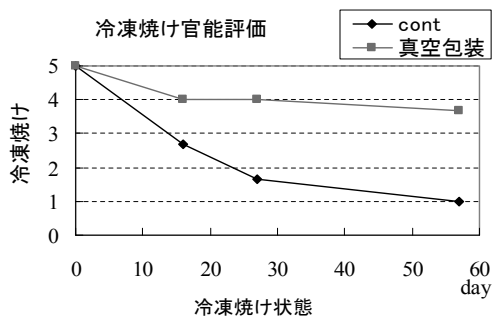
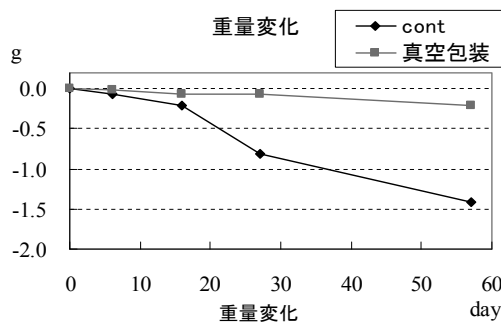
真空包装試験

試料: 冷凍うどん200g

通常の包装/真空包装(麺と包材が密着)

保存温度: $-20^{\circ}\text{C} \leftrightarrow -5^{\circ}\text{C}$ 変動温度

評価方法: ・乾燥による重量変化を測定
・目視で表面の冷凍焼け状態を5段階評価



真空包装により包装内に空間がない状態では、冷凍焼けしにくい

24

糖液噴霧試験

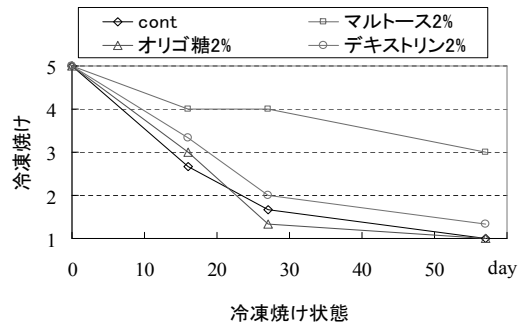
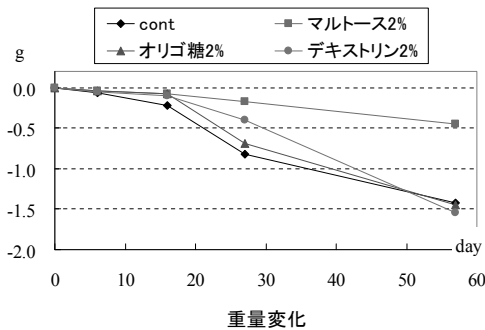
試料: 冷凍うどん200g

2%糖水溶液(マルトース、オリゴ糖、デキストリン)

保存温度: $-20^{\circ}\text{C} \leftrightarrow -5^{\circ}\text{C}$ 変動温度

評価方法: ・乾燥による重量変化を測定

・目視で表面の冷凍焼け状態を5段階評価



他にもグルコースやトレハロースなど、単糖・二糖に効果があったが、マルトースでの効果が最も高かった

25

冷凍焼け抑制方法の整理

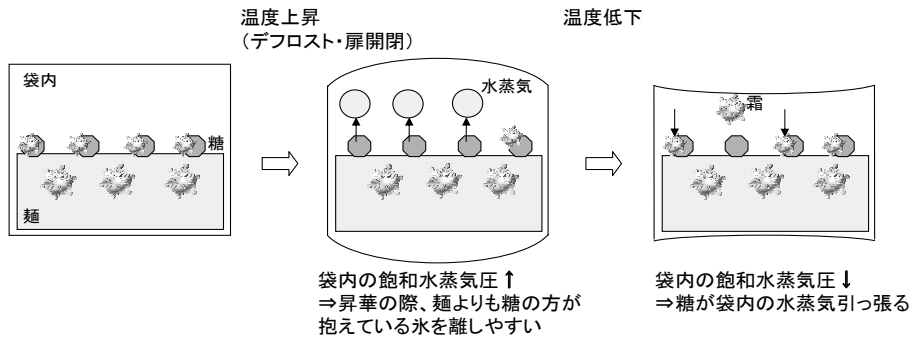
冷凍焼けを防止するため、各種方法を検討した。

方法	結果	詳細
保水性物質を練り込み	△	デンプンは効果なし。糖やアミノ酸、ペプチドがやや効果あり
減塩、増塩	×	効果なし
ミキシング強化	○	グルテン網目構造強化でデンプン溶出抑制
茹で湯に糖添加	△	やや効果あり
凍結麺に糖液を噴霧	◎	少量でも効果あり。二糖以下で効果が高い
真空包装	◎	包材と密着させると効果あり

糖液の噴霧や真空包装、ミキシングの強化により、冷凍焼けを抑制できることがわかった。

糖液噴霧による冷凍焼け防止メカニズム

効果のメカニズム(推測)



糖の中でも、マルトースは上図のように「氷を離しやすく」、「水蒸気を引っ張りやすい」特性が強いと考えられる。

⇒ 実用化に向けて弊社工場にてテスト機を設置、テスト実施

糖液噴霧

適切な噴霧量・濃度について

糖液濃度

薄

濃

効果でにくい
味に影響しない

効果でやすい
甘くなる
結晶化する



結晶化したマルトース(10%溶液噴霧)

噴霧量

少

多

効果でにくい
レンジ調理時間に
影響しない

効果でやすい
レンジ調理時間
が長くなる



大量に噴霧することで水層が厚くなる

適性量として、1～5wt%、5～10g/1玉

流通品に発生する劣化現象(透明感がなく、弾力がない)



流水解凍後の冷凍うどん(右が劣化したうどん)

冷凍麺の乾燥や澱粉？の劣化を防ぐことは、冷凍麺業界にとって大きな課題であるが、これらの劣化は複合的に起きており、的確な対策を講ずることが困難である。そのため根本的な解決には至っていない。



冷凍うどんを例として、冷凍保管中の麺食感の劣化現象を把握することと、品質劣化防止対策の検討を行った。

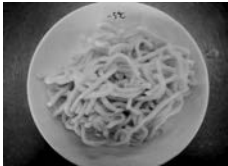
29

冷凍うどんの保存温度帯の劣化影響

冷凍焼けは温度変化により進行が促進されたが、麺食感(組織)の劣化は、 -20°C 定温保存や温度変化(-20°C と -5°C)の変温保存では1ヶ月後も大きな差は見られなかった。

しかし、 -5°C 定温保存ではわずか1週間で急激な劣化現象が確認された。

表 流水解凍うどんの保存温度と老化

	-5°C 定温保存	-10°C 定温保存	-18°C 定温保存
流水解凍後 外観	白く透明感がない 	問題なし 	問題なし 
食感	老化していて、 ボソボソの食感	ややソフトだが 問題なし	問題なし

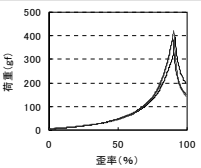
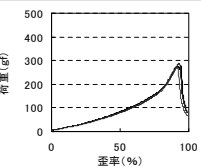
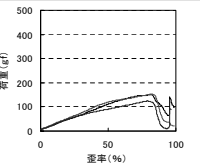
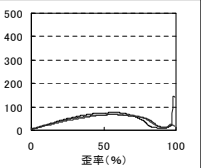
※一週間保存品を流水解凍後、評価

－5℃保存における経時変化

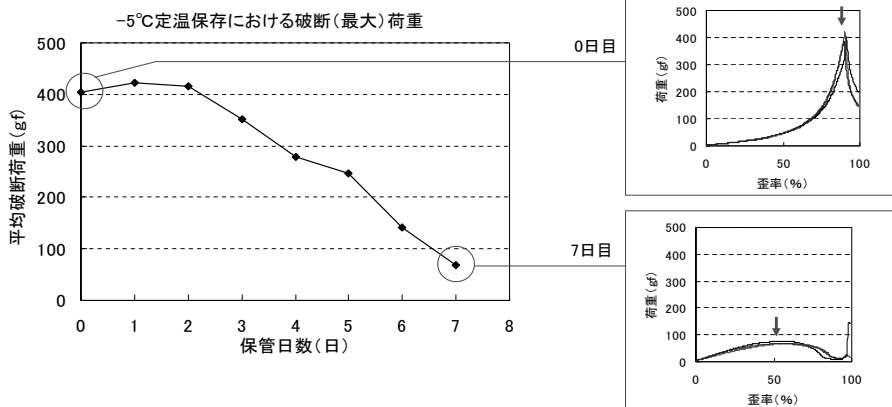
－5℃で保存した冷凍うどんを定期的に取り出し、流水解凍後の状態とレオメータによる破断強度測定を行った。

4日目から劣化が確認できるようになった。波形から、劣化すると硬さが減り、粘りがなくなり脆くなることがわかる。(澱粉の老化に近い劣化現象)

流水解凍うどんの－5℃保存での状態変化

－5℃保存	0日	4日	6日目	7日
流水解凍後外観	問題なし 	白化し始めている 	白く透明感がない 	白く透明感がない 
破断測定波形				
最大荷重[gf]	403	279	142	68
食感	問題なし	表面がボソボソ	全体的にボソボソ	全体的にボソボソ

－5℃保管での劣化（最大破断荷重の減少）



－5℃定置保管で3～4日目から急激に劣化が進む

製品では、－5℃で長期に保管されることはないが、品質劣化が起きることがある
⇒ 輸送/保管時に、劣化しやすい温度帯にさらされた累積時間が影響？

－5℃保存における「劣化」現象

- ① 氷結晶の成長による「麺組織」の破壊
 - ・麺組織の「何」を破壊しているのか？
グルテン組織？ 澱粉組織（糊化部分（外側）、澱粉粒部分（内部））
- ② α 化した澱粉組織の「老化」
 - ・澱粉の老化現象は起きているのか？
 - ・澱粉組織として何が起きているのか？
（ 外側：高水分・糊化 内側：低水分・澱粉粒残 ）
- ③ －5℃保存時の「水」の動きは
 - ・不凍水量の変化 不凍水 $\leftrightarrow$ 氷結晶 の移動
 - ・凍結時の濃縮（高圧）による影響は？

流水解凍麺の特性（要求される条件）

*凍結状態 $\Rightarrow$ 流水で解凍 ……加熱調理が無い 澱粉の α 化状態の維持が必要

*流水解凍後、惣菜売り場等（冷蔵条件）で長時間の食感維持を要求され、
強い麺として設計

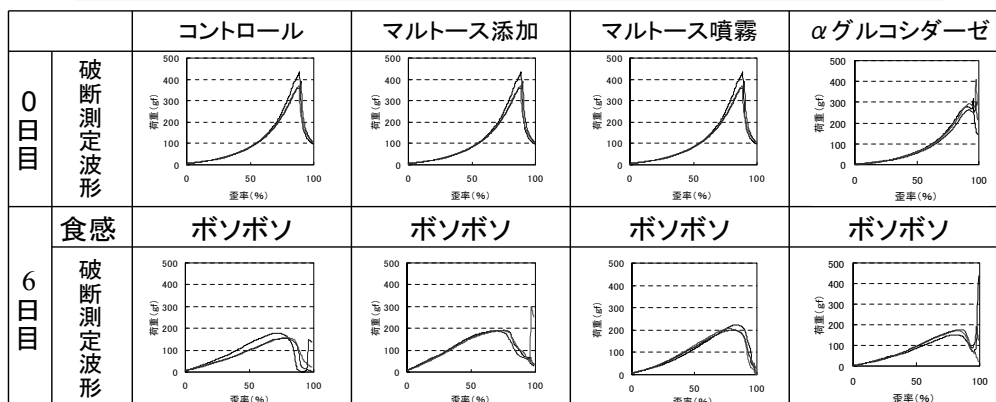
$\Rightarrow$ ① 加工澱粉の添加量 ② 食塩の量 で調整

物性劣化防止の検討

原因を澱粉の老化、氷結晶の成長 と仮定して、効果の期待できそうなものや冷凍焼けに効果のあった各種方法について影響を確認した。

－5℃で6日保存し、レオメータ測定および食感の評価を行った。

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ・マルトース添加 | ・ β アミラーゼ添加 |
| ・マルトース水溶液を冷凍麺に噴霧 | ・不凍タンパク質添加 |
| ・ α グルコシダーゼ添加 | ・エーテル架橋デンプン添加 |
| | ・アセチル化デンプン添加 |



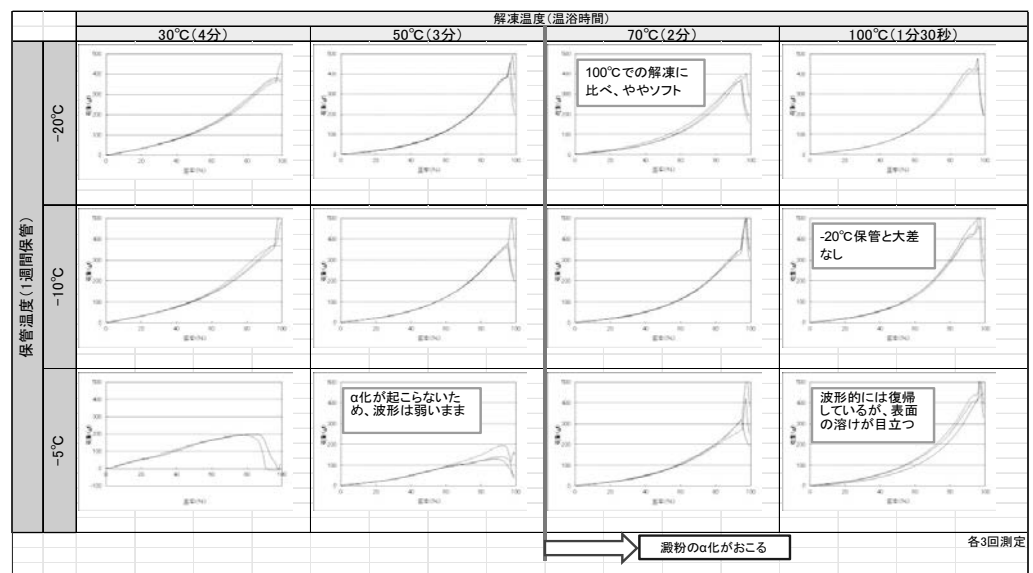
		β アミラーゼ	不凍タンパク質	エーテル架橋澱粉	アセチル化澱粉
0日目	破断測定波形				
6日目	食感	ボソボソ	ボソボソ	ボソボソ(ややまし)	ボソボソ
	破断測定波形				

各種の検討を行ったが、物性劣化抑制の効果は見られなかった。

冷凍麺の保管温度帯と老化度測定(DSC分析)

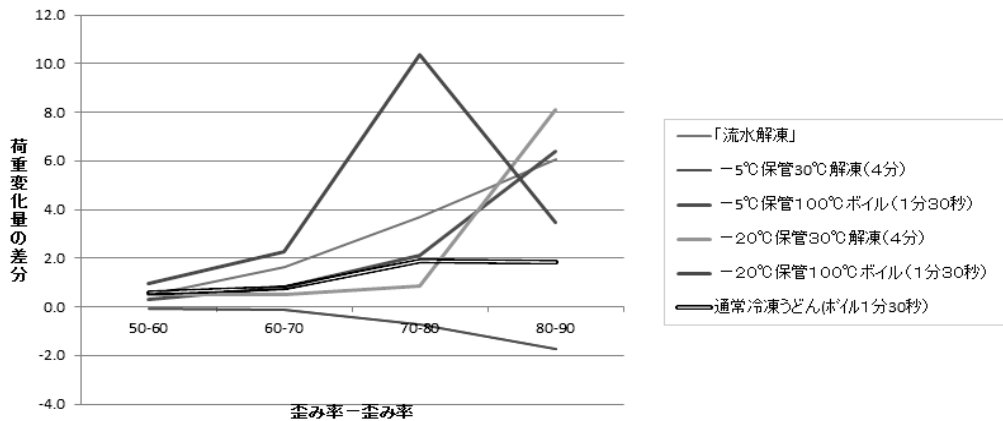
- * 冷凍温度帯(−5℃)の冷凍麺では、昇温による吸熱ピークが現れなかった。
- * 冷蔵温度帯(5℃保管)の麺では、吸熱ピークが発現した

保管温度帯と解凍・温欲温度 (調理による食感復帰状態)



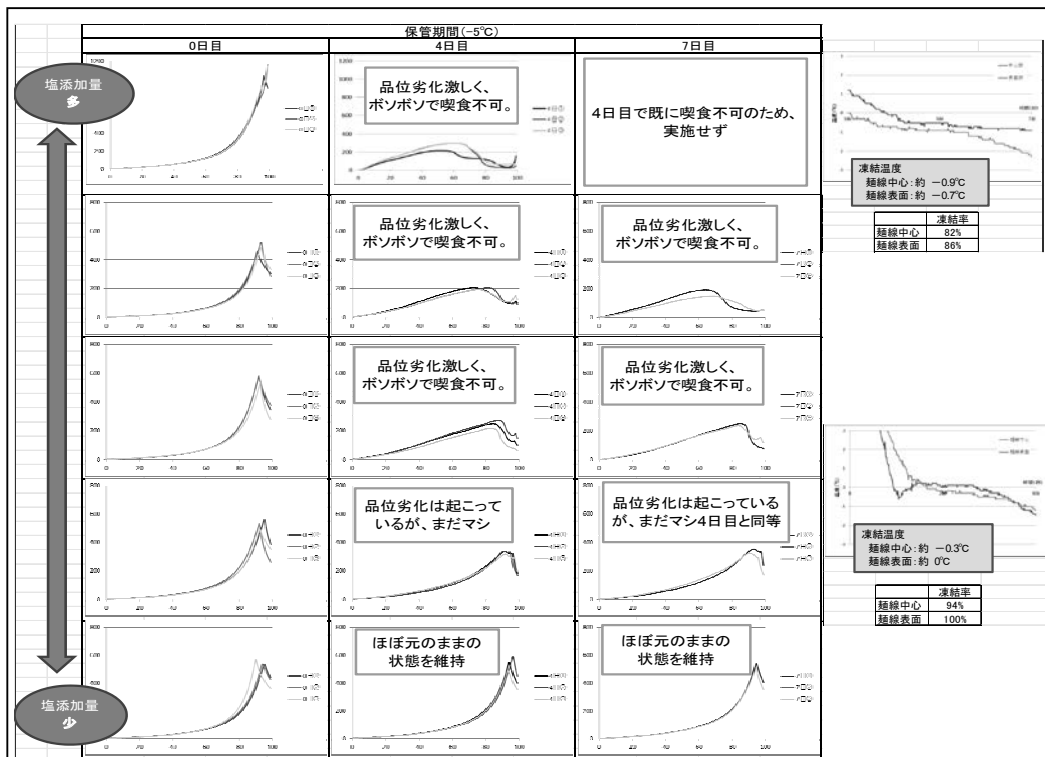
流水解凍うどんの設計

- *凍結状態 → 流水で解凍(加熱調理が無い)
- *解凍後、惣菜売り場等(冷蔵条件)で長時間の食感維持
⇒「腰(モチモチ感)」より、「強い麺」として設計



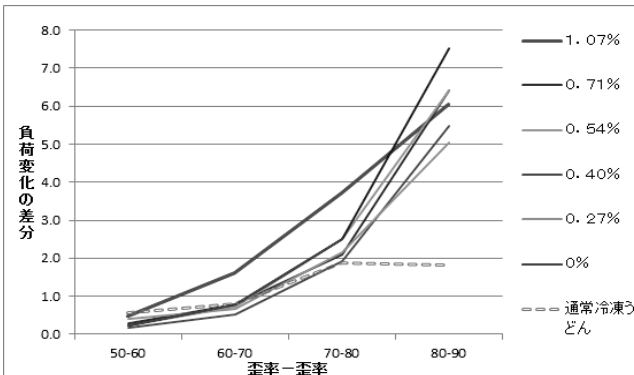
- *ひずみに対し、硬さ(荷重)変化が増加する物性 ⇒ しまった物性／荷重の逃げ(ズレ)が無い
- *ボイル調理(100°C加熱)することで、ねばり食感(後半の荷重のズレ)が認められた
- *-5°C保管で30°C解凍(再加熱無)では、骨格強度が無くなる(歪率60%から崩れ始める)

37

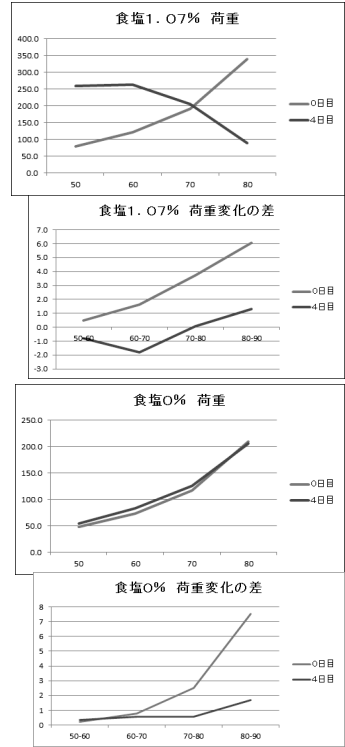


小麦粉生地における食塩の影響

グリアジン蛋白の溶解⇒凝集作用 があり、
食塩濃度を上げると ⇒ 強固なグルテン構造(骨格)を作る

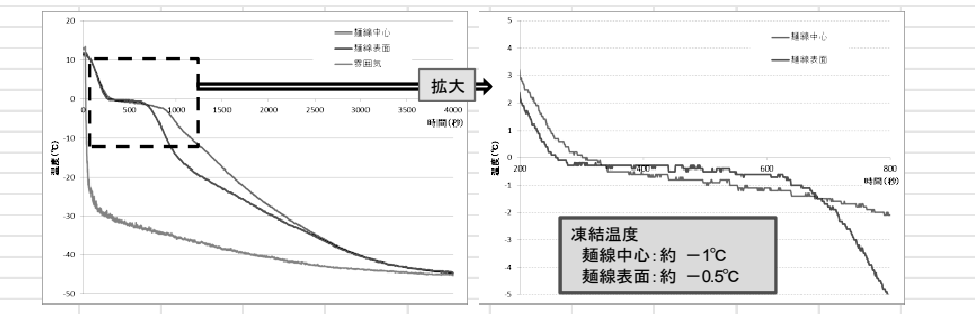


流水解凍⇒澱粉の十分な α 化は期待できない
粘りの物性が出ない(ズレ・すべりが無い)
食塩濃度高い かつ -5°C 保存
⇒氷結晶の成長、凍結濃縮、グルテン組織の凝集化
⇒グルテン組織が硬くなり、脆い構造になる
食塩0%(無添加)
⇒弱いグルテン構造(-5°C 保存の影響を受け難い)
澱粉の変化(老化)の影響が大きい?



冷凍麺の「凍結温度」と「凍結率」の関係

「凍らない水が多い⇒氷結晶の成長/拡大化」「凍結濃縮の増大」



食品を凍結したときの未凍結水分は近似的に次式で示される(冷凍食品の品質と衛生(熊谷義光著) より)

$$\text{未凍結水分}(\%) = \frac{\text{食品の凍結点}(\text{°C})}{\text{食品の品温}(\text{°C})}$$

従って凍結率は次式となる

$$\text{凍結率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{食品の凍結点}(\text{°C})}{\text{食品の品温}(\text{°C})}\right) \times 100 \quad (\text{Heissの近似式})$$

⇒うどんの麺線中心部凍結点 -1°C の時、各保管温度での凍結率は以下の通り

$$-5^{\circ}\text{C} \text{ の場合 } \text{凍結率} = (1 - (-1)/(-5)) \times 100 = 80\%$$

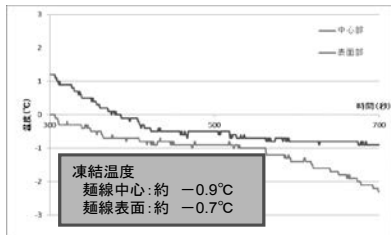
$$-10^{\circ}\text{C} \text{ の場合 } \text{凍結率} = (1 - (-1)/(-10)) \times 100 = 90\%$$

$$-20^{\circ}\text{C} \text{ の場合 } \text{凍結率} = (1 - (-1)/(-20)) \times 100 = 95\%$$

保管温度が高くなることで、自由に動ける水が多く氷結晶の成長が起こりやすい

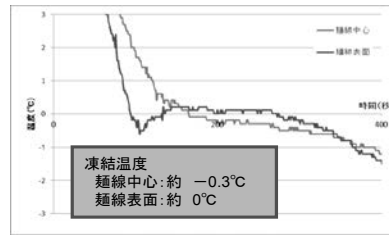
塩分濃度と冷凍うどんの劣化の関係

塩分濃度1.07%の凍結曲線



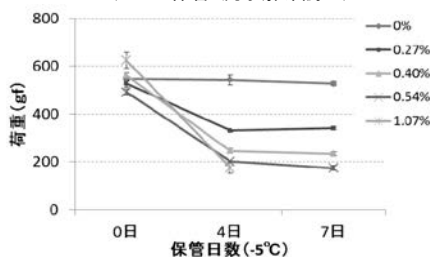
凍結率	-5°C	-10°C	-20°C
麺線中心	82%	91%	95%
麺線表面	86%	93%	97%

塩分濃度0.27%の凍結曲線



凍結率	-5°C	-10°C	-20°C
麺線中心	94%	97%	99%
麺線表面	100%	100%	100%

塩分濃度の違いによる破断荷重推移
 (-5°C保管・流水解凍調理)



冷凍麺自体の塩分濃度が低いほど、
 冷凍保管中に受けるダメージは少ない
 ⇒グルテン組織への影響が少ない

食塩濃度が高い(特に麺中心部)
 -5°C保存中の「未凍結水」量の影響
 ⇒未凍結水が多い方が水の移動が大きく
 大きな氷結晶を生成させる
 ⇒グルテン組織を崩壊させる

冷凍うどんで起きている劣化現象について

「最大氷結晶生成帯」の温度域による「劣化」現象

- ・澱粉状態の変化
- ・氷結晶の成長

と複合的に劣化が起きている

凍結 ⇒ 食塩の濃縮 ⇒ 温度上昇 ⇒ 不凍水量の増加
 ⇒ 氷結晶の成長 ⇒ グルテン構造の劣化・澱粉から離水
 ⇒ 麺組織の破壊 ⇒ (解凍)「ボソボソ」した組織

うどんの組織構造

- * 内外での水分分布に差がある
 外側はかなりの高水分(90%以上)で、組織的には弱い構造
- * 食塩濃度も、内外で差があると思われる 内側は高濃度の可能性
 内部はしっかりしたグルテン構造を作る
 かつ 解けやすく、不凍水量が高い⇒ 氷結晶の成長する

肉のおいしさと熟成

日本食品保蔵科学会顧問

藤木 正一

(元味の素冷凍食品㈱、
元冷凍食品技術研究会代表理事)

日本の牛肉は世界一おいしいと、日本人は言いたがる。アメリカで牛肉を食べた人の中には、脂肪分が少なく、硬くて噛み切れずに全く期待はずれだったという人が多いようだ。アメリカ人だって、よりおいしいと思う肉を食べ続けてきた結果、現在の質感を良しとしているに違いないのだが。

食文化というものは、それぞれの地域で、どういう環境のもとに何を、どのように食べてきたかにより、異なっている。

日本では、奈良時代から1000年以上、公には肉食が禁じられてきた。明治時代に西欧先進国の工業化技術の導入に伴って、日本の食習慣になかった肉食が奨励されるようになった。しりごみする大衆を啓蒙するため、明治天皇が率先して牛肉を食べて見せたりしたという。かくて次第に普及していったが、牛肉は価格的にも高価で、たまに食べる贅沢なご馳走であった。しかも、すき焼き、牛丼などのように主食のご飯のおかずとして、野菜と一緒に、お箸で食べやすいメニューが多かった。高度成長期後、消費量は増加したが、この傾向はあまり変わらず、脂肪分が細かく分散した、軟らかく、味の濃厚ないわゆる霜降り肉が日本人の嗜好に合うものとして選ばれてきた。その結果、日本の牛肉の主流は主成分のたんぱく質よりも脂肪分が多いものが良い肉とされ、肉というより脂肪を食べているといえるものが多い。

一方、肉を主食のように頻度高く大量に食べるアメリカなどでは、なるべく脂肪分が少ないさっぱりした肉（赤身）でなければ食べ続けることができない。しかもそのような肉は硬く、よく噛まなければ食べられない。こめかみを動かして熱心に硬い肉を噛み砕いている感じだ。野菜や穀類を食べることが少ない彼等が、硬い肉をしっかりと噛むことは健康維持にも役立っているかもしれない。

とはいえ、アメリカにも日本人がおいしいという肉がないわけではない。ニューヨークで出会ったアメリカの畜産事情に詳しい日本人に、「アメリカの肉がまずいなどというのは無知丸出し、論より証拠、ご案内しましょう」と、肉屋に案内された。店頭のショーケースにはガーゼに巻かれた各品種、各部位の牛肉がぎっしり並んでいる。うっすら白いカビが表面をおおっているものもある。彼は、肉の部位や熟成の度合いなどを店員とやりとりしながら慎重に選び、同行した各人の焼き方の好みを伝えて注文完了。なんと、店の奥はレストランになっており、カクテルなどを飲みながらしばし待つと、注文した焼き方を示す小旗を立てたステーキが登場する。この店の売りは、適切な熟成と注文どおりの焼き上がりだという。私が注文したレアは、まさに生ではないが、熱によるたんぱく変性がわずかに始まった段階で見事にコントロールされ、脂肪分は殆どないのに軟らかい食感と豊かな香りであった。まさに目からうろこが

落ち、認識を新たにした。しかし、こういう特殊な店は高価でもあり、一般のアメリカ人はあまり頓着なく硬い肉を噛むことを楽しんでいるように見える。

大手の焼肉レストランチェーンと協同で商品開発をしたことがある。冷凍食品のハンバーグの開発は軌道に乗って、更にビーフシチューの検討に入った。試作品を何種類作っても、肉が良くないといって相手方は満足しない。「お宅の商品をレベルアップするのだから、肉の専門家として知恵を出せ」と迫ると、ノウハウだから教えたくないが冷凍肉は熟成をしないと使えないのだという。当時は当方も無知で、冷凍肉をそのまま使っていた。詳細は教えてくれなかったが、試行錯誤の末冷蔵庫で2週間ほど保存・熟成させた肉を使うと、同じ冷凍肉からとは信じられないようなすばらしい製品が出来上がった。熟成により、肉の軟らかさ、適度な粘り、豊かな香りが際立ってきたのだ。

私自身、アメリカでの体験、商品開発の経験などから牛肉の熟成はおいしく食べる必須の技術であることを実感した。

肉の熟成(Aging)は肉の種類によって違い、肉の色が濃くなるほど熟成する時間を長く必要とする。肉の色の白い鶏肉、豚肉、仔牛肉などは短期間の熟成で軟らかく、おいしく食べられるが、赤い肉である牛肉や黒い肉(ジビエといわれる野生の鹿、猪、雉など)は必ず一定期間の熟成を行わないとおいしく食べられない。

動物は屠殺後死後硬直し、時間と共に筋肉に存在する酵素の働きなどで筋肉の繊維の結合が緩み弛緩する。さらに酵素の作用が進むと、筋肉は軟化し、たんぱく質は一部分解してアミノ酸になり、うまみや風味が増し、食べておいしいと感じる肉質に変化していく。さらに長期間放置すれば微生物の影響もあり腐敗にいたる。貯蔵期間と熟成期間などを勘案して、腐敗をさせないように低温に保ちながら熟成を行うのである。

一般に、冷凍肉はまずいといわれる。冷凍肉とは屠殺後直ちに冷却・冷凍された肉である。凍結中は全く熟成が進まないの、食べる肉になっていない。まずいのは当然である。解凍後、適当な期間熟成をすることで初めておいしい肉に仕上がるのである。従って適切な熟成処理を行っていない肉は生鮮、冷凍を問わずおいしくない。熟成がどの程度行われているか素人には判別できないので、本来は肉の専門業者が適切な熟成処理を行い販売してきた。現在は使用者が直接冷凍肉などを購入使用することができるので、肉屋が本来行っていた熟成を自前でしない限り、おいしい肉は得られないことになる。

常識的には、値段が高ければおいしく、安いものはまずいと考えがちだが必ずしもそうではない。すき焼き、ステーキに適した肉と煮込み料理に適した肉では全く違う。例えば、カレー、シチューなどには安価なすね肉、筋の多い部位のほうがはるかにおいしいということがある。

最近では熟成不十分な牛肉が売られていることが多い。一方消費期限管理は行き届いてきたので、期限前日、当日には3～5割引となる。これを購入して冷蔵庫に保存し、さらに1週間くらい熟成を進めると、おいしい肉を格安に食べることができる。わたしはしばしばこの恩恵にあずかっている。もちろん消費期限は過ぎてしまうので、自己責任の範囲だが十分な管理と品質の見分けが出来なければお勧めできない。

【製粉振興2012年3月号(No. 543) 22～23頁に加筆修正】

回想、閩南・閩北、食と文化

日本冷凍空調学会

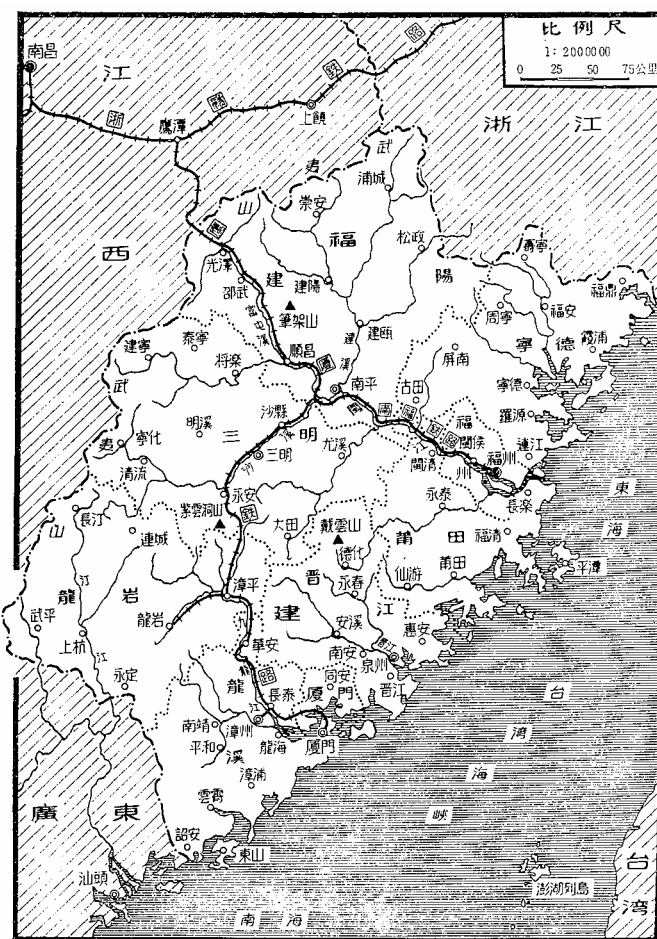
参与 小泉栄一郎

閩の国、福建省

わが国における中国産冷凍野菜の輸入は、国内友好商社を窓口とする「友好貿易」を嚆矢とし、1965年に始まる。当時は春秋の年2回開催される広州交易会（当初の正式名は中国出口商品交易会）において、糧油食品進出口総会社の各省分公司、支会社との商談により行われていた。ときに小交易会、商談会なども開催された。友好商社による友好取引が始まったのは1960年12月からで、友好商社の広州交易会参加は61年春からであった。

筆者が当時所属していた大洋漁業の中国凍菜輸入は1970年代前半、広州交易会での商談により輸入品目・数量が決められていた。友好貿易は1960年代から70年代末頃まで続いたが、中国側は日中国交回復（1972年9月）後に冷凍野菜の輸出量の拡大を希望するようになり、日本側は品質向上のため、現地工場との直接交渉を要求していた。大洋漁業でも現地工場との技術交流を求めているが、ようやく実現したのが筆者らの中国訪問で、初訪は1979年5月であった。

この頃の対中貿易は現在と異なり、「友好第一」と言われていたため、訪問先（すべて国営企業）では政府、地区共産党関係者及び企業の幹部らとの歓迎宴と答礼宴が繰り返された。この宴会は地方ごとに様々に異なり、中国食文化を知るの



1970年代の福建省地図

（中華書局香港分局「中国知識叢書 福建」1977年4月刊より）
この頃の鉄道は、江西省鷹潭から廈門を結ぶもの（含、支線）と、これから分岐して福州に至るものしか存在しない。公里=km

に大変有効であった。

福建省を古代、「閩」と称した。「閩」は「びん」と読むが、中国語では「ミン」である。同州北部は福州を中心に「閩北」と呼び、南部は廈門、漳州、泉州等をまとめて「閩南」と称している。台湾の人々の大多数は、閩南を父祖の地としている。

司馬遼太郎氏の作品「街道をゆく」シリーズに「閩のみち」（「週刊朝日」1984年8月から、単行本は「朝日文庫」に収録）がある。氏は同書の冒頭に「福建省というのは、中国でもいわば田舎のような省である。ながく「閩」という地域名でよばれていた。（中略）閩は中華のなかに入っておらず、いわゆる「百越」の扱いになっている。おそらく、揚子江からインドシナ半島にまで及ぶ「インドシナ諸族」の一派の住むところだったのであろう。おそらく3世紀以後、しだいに漢人が入植して“内地化”が進んで行った土地かと思われる」と書いている。

福建省泉州を父祖の地とする陳舜臣氏は、「中国歴史の旅」の「福建」の章（人民中国雑誌社 月刊「人民中国」1981年4月、単行本は東方書店より1981年4月刊）で、次のように文を起こしている。「福建省は日本とたいそう縁の深い土地です。たとえば宇治黄檗山万福寺の本山は、福建の黄檗山でありました。万福寺の隠元和尚をはじめ、歴代の住職、あるいは長崎の中国寺の僧侶たちは、福建出身もしくは福建とゆかりのある人が多かったのです」。

省都、榕城・福州

福建省の省都（省会）は福州である。福州の別名を榕城という。市内各所に榕樹（ガジュマル）が多く繁茂していることによる。

筆者が初の福州訪問時に買い求めたガイドブック「福州勝景」（福建人民出版社 1979年刊）によると、漢の高祖5（前202）年、越王勾踐の後裔の無渚が閩越王に封された」という。「唐代（7～9世紀）にすでに、福州都督府が置かれた（同上書）」。

1930年頃、閩江沿いの倉前山一帯が共同租界を形成しつつあった。日本租界も1897年に設置を決めたが、最終的に租界は作られずに終わっている。

筆者が初めて福建省に入ったのは、1979年6月。上海駅から解放型蒸気機関車が牽引する寝台急行（直快）列車の軟臥車（4人コンパートメント）で、浙江省杭州から山間部に入り、同省金華、江西省鷹潭などを經由し、福建省来舟からは閩江左岸を下り、約11時間半を要して福州駅に到着した。この頃の福建省内の鉄道は、新中国誕生後の1958年に開通した、鷹潭から廈門までの鷹厦線（短い支線を含む）と鷹厦線の途中駅、外洋から福州までの外福線（来舟からとして、来福線とも）しかなかった。いまは高速鉄道が上海から浙江省の杭州・寧波・温州、福建省の福鼎・霞浦・寧徳など沿海の諸都市を經由して、福州・泉州・廈門に通じている。



写真1 上海を前日夕方出発したSL寝台急行列車は、早晩の閩江左岸を驀走、福州を目指す。

福州市内を車で走りながら住宅を眺めると、住居が木造であることに気付く。陳舜臣氏は「福州のまちを歩いていると、ふと日本を思い出すようなムードを感じます。それは木造の家屋が少なくないからでしょう。中国の建物は、煉瓦や石造あるいは漆喰塗りのものが多いので、木造家屋の列をみると、なんだか戸惑ってしまいます。福州杉などといって、この地方は材木の質の良さと豊富なことで知られているのです。」(前記書)と書いている。

福州の筆者らのホテルは初訪の1979年から84年まで、福州華僑大厦(今はない)に決められていた。福建省各地にある華僑大厦は、海外の裕福な華僑が帰郷して宿泊する、当時最上等のホテルである。しかし、ホテルの食堂は驚きの連続であった。ビールは生温く、グラスは洗剤を使わないので、内側に脂が付いたまま供される。骨付き肉を食べた客は、骨をテーブルに吐き出す。給仕はそれを小箒で集めて掬い取り、腰にぶら下げている黒く汚れた雑巾様の布で卓を拭き、筆者らの箸を直にそこに置く。椀や皿も汚れていた。上海に戻り、欧米系の観光客向けのレストランで、輝くような綺麗なグラスで、冷たいビールを飲んだ時は、感激ひとしおであった。

前述した「街道をゆく・閩のみち」の司馬遼太郎氏は、1984年4月、上海虹橋空港から福州長楽空港(筆者初訪時の福州空港は改築工事中で、この長楽空港が一時的に使われた。後に正式に国際空港となり、福州空港は使用停止となる)に入り、福州・西湖賓館に1泊して閩のみちの紀行文を始めた。

福州での歓迎・答礼宴は、しばしば、この街で由緒あるレストラン「聚春園」を利用した。古びたレストランであるが、福州最高の店とされ、有名な福建料理「仏跳牆」発祥の店とされている。20種類近い山海の珍味を紹興酒のかめに入れ、数日間煮込んだ料理である。珍味にはフカヒレ、サカタザメの魚唇、アヒルの砂肝、干しアワビ、豚のアキレス腱・胃袋、豚足、干しナマコ、フウセイ(黄魚)の浮き袋、金華ハムなどである。「仏跳牆」は、清朝末、この料理に陶醉した客の即興詩「その香りがただようと、仏僧が塀を飛び越えて来た」と謳ったことに由来する(福州市飲食公司「福建菜譜」1978年刊)という。

この店の別の珍味は「油焼乳猪」、生後2ヶ月の豚児のペキンダック風丸焼き。カリカリした皮が旨い。

「榕城三宝」は、脱胎漆器、紙傘、水牛の角櫛である。脱胎漆器の工程を見学した。福州脱胎はまた、北京の景泰藍(七宝焼)、江西省の景德鎮磁器と中国伝統工芸品の「三宝」ともいわれる。福州脱胎は福州の漆器職人の手で18世紀末から19世紀初頭に完成された。「福州第二脱胎漆器廠」は、ホテルと同じ、福州の目抜き通りにある。通常の漆器は木などの素材に漆を塗り重ねて、仕上げるが、「脱胎」は、木、プラスチックや石膏などの「胎(芯材)」に絹布・麻布などを貼り、その上に漆を塗り重ねる。塗り重ねる回数は通常の漆塗り製品より遥かに多い。塗り終わり、整形・乾燥後に「胎」を抜き取り、仕上げ塗りを行う。製品は湿度や腐食に



写真2 著名な福建料理「佛跳牆」は、福州市内の老舗レストラン「聚春園」が発祥。



写真3 脱胎漆塗り工程。木・石膏等の「胎」に絹布などを張り、その上に漆を塗り重ねる。



写真4 塗り終わり、乾燥させて、「胎」を抜き取る（「脱胎」）。

強く耐久性に優れている。漆だけの重量なので、製品は極めて軽い。価格も高い。筆者は見学記念として碗の1セットを購入した。

鼓山・湧泉寺（湧泉禅寺）

福州市の東南郊約17キロにある湧泉禅寺は1000年以上の歴史を有する福建4大名刹の1つで、古来「閩刹之冠」と称えられている。湧泉寺は、中国では簡化字体で「涌泉寺」と書かれる。

陳舜臣氏は「福州に来て、なにはともあれ見ておかねばならない場所は鼓山でしょう。山中に太鼓に似た巨石があるのでそう名づけられたということです。福州市の東郊にあり、中心部から車で三十分ほどで行けます。鼓山には湧泉寺という名刹があります。五代後梁の開平二年（908）に建立されましたが、二度も火災に罹り、現在の寺は明の嘉靖二十一年（1542）に炎上したあとと再建されたものです。清初につ



写真5 仕上げ塗りを行う。漆だけの重量なので、製品は極めて軽く耐久性に優れる。



写真6 福州市東南郊の鼓山・湧泉寺は福建4大名刹の1つ。1000年以上の歴史を有する。

くられた蔵経殿には二万冊以上の経文が蔵され、なかでも七冊のビルマ貝葉経は珍しいものです。

珍しいといえば、天王殿の前の一對の千仏陶塔でしょう。宋の元豊五年（1082）につくられた八角九層、高さ七メートルのやきものの塔です。千仏陶塔というのは、それぞれの塔上に仏像が千体あまりつくられているからです」と称賛している。

寺の裏山の林道脇の巨岩に刻まれている400余りの「摩崖題刻」は有名で、多くの観光客が訪れる。楷書、草書、隸書、篆書が揃い、書の宝庫といわれる。書体の色彩も豊かである。

南宋の朱熹、現代の郭沫若、その他著名人の書がみられる。

鼓山の山頂からは、福州市街が指呼の間に望まれる。福州市内を流れる大河「閩江」と、市内上流で一旦分流し、河口で再度合流する「烏龍江」に中国独自の多数の帆船「ジャンク（戎克）」と香港、日本等に冷凍水産物、農産物を輸出する貨物船が見られる。鼓山の南麓に福州の外港、馬尾港がある。馬尾は、清代にこの国初の近代的な造船所がつくられた土地であり、元代の鄭和遠征艦隊（後述）の最初の出発港でもある。

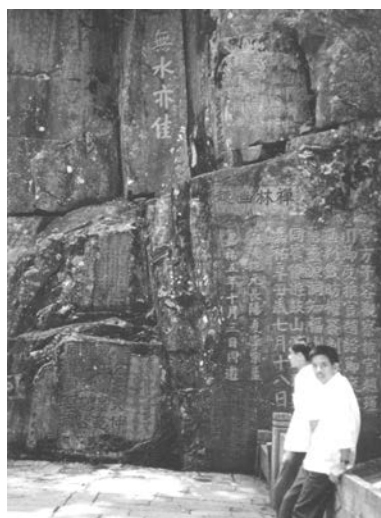


写真7 湧泉寺の裏山の林道脇の「摩崖題刻」。著名人の色彩も豊かな楷書、草書、隸書等。



写真8 湧泉寺の裏山の林道脇の「摩崖題刻」。著名人の色彩も豊かな楷書、草書、隸書等。



写真9 鼓山山頂からは、福建の大河「閩江」（右）と、「烏龍江」（左）の合流点が見える。

マルコポーロが訪れた「泉州」

1980年5月、廈門訪問の機会を得た。筆者は中国糧油食品会社の担当者と、ホテル（福州華僑大厦）を8時にマイクロバスで出発、海岸沿いの舗装された道路を福清、蒲田を經由し、泉州に1泊し、翌正午に廈門に着いた。

この地方では麦秋の頃で、道路上は収穫した麦が敷き詰められている。車に脱穀機代わりにさせようという農民の知恵である。車輪に麦の桿が絡み付き、時々、車を停めてこれを除かねばならなかった。さらに、農民は、自分のテリトリーを示す意味で、小石を並べて囲いこんでいるのには参った。車が激しく振動し腰が痛くなった。今は、高速道路と鉄道が通じており、このような体験は望んでもできない。



写真10 福州から泉州・厦門へ向かう道路沿いに露店が出る（福清市）。



写真11

泉州は13世紀にマルコポーロが「東方見聞録」に「ザイトン」と記した国際都市である。当時の泉州は中国最大の港湾都市であり、海外貿易の中心地で「海のシルクロード」の起点といわれた。「ザイトン」とは「刺桐」でマメ科の落葉喬木「デイコ」、沖縄の県花である。デイコは福建省の沿岸地方に多く見られる。

泉州には同市のシンボルといわれる古代石造建築、開元寺の東西塔がある。寺院は福建省最大で、創建は唐代7世紀である。塔は花崗岩の八角五重塔で東塔は48m、西塔は44mある。8世紀に木造で創建されたが、13世紀に石造に改修された。筆者らは日本人の来訪は珍しいということで、市政府の特別許可を得て東塔に上ることができた。古蹟保護のため一般観光客の入塔は認められていない。赤いレンガの建物と新緑の樹木が渾然として、泉州市の眺望は素晴らしかった。



写真12 泉州市内の露店。



写真13 開元寺の双塔の1つ、東塔。花崗岩の八角五重塔48m。13世紀に木造から改築。



写真14

開元寺境内に海外交通史博物館の旧館、泉州湾古船陳列館があり、筆者参観の6年前、74年に泉州湾の海底で発掘された、宋代のジャンクが展示されている。福建省に多く自生する馬尾松、杉、樟（くすのき）などで造られた当時の貿易船で船長36m、船幅11mあり、船底が13に区画されていて、船底の破損等による沈没に対応できる構造と説明を受けた。船内からは、香木、胡椒、古銭、陶磁器などが発見されたという。マルコポーロ、鄭和の時代、アレキサ

ンドリアとともに世界第一の貿易港であった泉州の繁栄の跡を偲ばせる。中国最古のイスラム寺院（モスク）、清浄寺は11世紀初頭にシリア・ダマスカスの寺院をモデルにして創建されたという。

筆者らは建設途上のホテル、泉州華僑大厦に宿泊したが、窓のガラスが間に合わず、毛布を窓に張付けた部屋に泊まった。この4年後に、司馬遼太郎氏一行が同じホテルに宿泊している。旅行ガイド書によると、このホテルの開業は1984年とある。筆者らの宿泊した1980年5月の4年後のことである。建設中のホテルに宿泊したのは、その後、1985年5月に杭州の望湖賓店、1990年11月に厦門の福聯大飯店、1998年4月に青島の海天大酒店新館でも同じような経験をした。ホテルが慢性的に不足した頃の貴重な体験である。

風光明媚な厦門

厦門は福建省の南東部、九龍江の河口の島、厦門島の港湾都市で、発祥は8世紀中葉といわれる。本土と厦門島は1956年に完成した海堤で結ばれ、鉄道（鷹厦鉄道）と道路が走る。現在はさらに高速道路が並走する。厦門を含む閩南は亜熱帯海洋性モンスーン気候に属する。市内にはブーゲンビリア（オシロイバナ科の低木）の赤紫色などの花（正しくは3枚の苞）、カエンボク（ノウゼンカズラ科の常緑高木、火焰木、火焰樹）の真紅の花が美しい。厦門の人は、ブーゲンビリアを「三角梅」という。「三角梅」は厦門の市花でもある。

厦門島の南部にある古刹、南普陀寺。唐代に創建された仏教聖地。境内に「佛」と刻まれた巨岩があり、信者が熱心に祈願している。精進料理が有名、野菜、豆腐、湯葉などを素材として、魚介・肉料理に似せた料理が寺院内の素菜館で供さ



写真15 開元寺。福建省最大の寺院。唐代7世紀の建立。



写真16 厦門市内の名刹「南普陀寺」。唐代に創建された。「大悲殿」。



写真17 廈門市内の名刹「天王殿」。

れる。寺院の隣りは著名な国立廈門大学である。

鼓浪嶼（コロンス）島は廈門島と厦鼓海峡を隔てた小島で、市内中心街の中山路の渡し船埠頭から僅か700mの距離である。南京条約（1842年）の結果、廈門は開港し、1902年に鼓浪嶼が共同租界地に定められた。戦前の日本や米国、英国、オランダ等の領事館の建物が現存する。この島は風光明媚なことから「海上花園」ともいわれている。



写真18 廈門市内の名刹「佛字岩」。



写真19 廈門の中心地から、コロンスへ渡し船に乗る。建物は古いホテル「鷺江賓館」。



写真20 鷺江賓館からコロンスを望む。最高峰「日光岩」に展望台があり、台湾領土が望める。

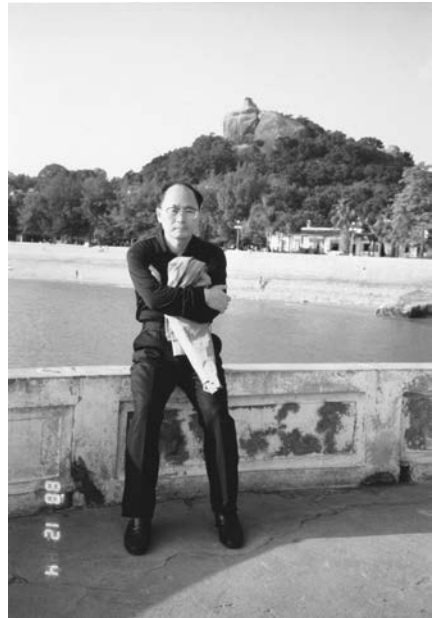


写真21 コロンの有名な庭園「菽莊花園」。背景は「日光岩」。

標高92mの島の最高峰に日光岩があり、展望台から台湾領の小金門が望見できる。頂上近くに鄭成功記念館があり、海岸の岩上に像が建つ。鄭成功の母は日本人で長崎・平戸の人である。成功は明朝滅亡後も明朝に忠誠を誓い（1645年）、明の遺臣として清朝と戦った。廈門を本拠としたが、清軍に破れ、台湾に移り（1661年）、オランダ人を駆逐して台南を拠点としたが、1662年6月、38歳の生涯を閉じた。

「活化石」ナメクジウオ

ナメクジウオという生物がいる。ナメクジの仲間でもなく、魚類にも属さない。脊索動物門、頭索動物亜門、ナメクジウオ綱、ナメクジウオ目、ナメクジウオ科に属する。

ナメクジウオは魚類の形態をしているが、魚類（脊索動物門、脊椎動物亜門）は脊椎が形成されると脊索は消失するが、ナメクジウオは脊索をもち続け、脊椎を形成することはない。ナメクジウオ（*Branchiostoma belcheri* GRAY）の中国名は「文昌魚」という。日本の魚類図鑑では一般に軟骨魚類のサメ類、ヤツメウナギ類から始まり、ナメクジウオは海岸動物図鑑などの末尾に登場するが、中国の魚類図鑑では、ナメクジウオ綱で始まり次がサメ類の軟骨魚綱と続く。

月刊「人民日報」1980年6月号に「魚類の祖先……文昌魚」と題し以下の記事がある。「福建省廈門の小漁村、劉五店（同安県）あたりで、ナメクジウオというシラウオに似た形の魚がたくさんとれる。学者の間ではこれが魚類の祖先だといわれている。体長はマッチの軸ほどで、大きくても10cmは越えない。体は両端がとがり、赤くて透明、頭も尾も鱗もない。目、耳、鼻それにひれさえもなく、もちろん脊椎もなく、脊索だけがある。これは無脊椎動物から脊椎動物への過渡期にある代表的な動物のひとつで、生物の進化を研究する上に希有の生きた標本である。

浅海の砂地に棲み、いつも砂にもぐり、食物をとるために体を半分出すので、地元では「砂もぐり」ともいい、よくこれを食用にする。捕らえ方はしごく簡単で、砂ごとザルに入れ、水で砂を洗い流せば、後にナメクジウオが残るというわけだ。」

「福建日報」1982年11月24日付に、「似魚非魚的文昌魚」と題し

た記事に「文昌魚は別称、蛸蟪魚。廈門・同安一帯では鰐魚虫ともいう。中国では青島と煙台（ともに山東省）の沿岸に産するが廈門の同安が世界一の産地」とある。たしかに、英名ではナメクジウオをAmoy amphioxusという。廈門の観光案内書「廈門風光」（1981年6月刊、福建人民出版社）には、「文昌魚は廈門の名貴特産」と紹介している。

日本近海では関東から九州にかけて生息しており、そのうち、愛知県蒲郡市三河大島、広島県三原市有竜島の生息地は、天然記念物に指定されている。

筆者は1980年5月、廈門出張時、宿舎の廈門賓館で同地の公司関係者による歓迎宴に招かれ

I. 文昌魚綱 AMPHIOXI (LEPTOCARDII)

1) 文昌魚目 Amphioxiformes

1) 文昌魚科 Branchiostomidae (Amphioxidae)

1. 文昌魚属 *Branchiostoma* Costa, 1834

(1) 白氏文昌魚 *Branchiostoma belcheri* (Gray)



福建省に生息する環形動物類。左からサビネミドリユムシ、コゲミドリユムシ、ゴゴシマユムシの3種のユムシ類。つづいて、クロホシムシ、ムツデホシムシ、サメハダホシムシの3種のホシムシ類。

た際、前菜（五彩小喋）の冷菜として、同地で「活化石（生きている化石）」といわれるナメクジウオを食べる機会に恵まれた。シラウオに似ていた。帰国後、水産関係者の宴会の席でこの話をしたところ複数の魚類学の先生から、この生物を標本として持ち帰ることを求められた。その後の廈門出張はオフシーズンの11～12月に出かけることが多くなり、乾物しか手に入らなかった。乾物は、1斤（500g）が30元（当時3,600円）と高価であった。……この頃の日中通貨交換レートは、79年6月に1元＝160円、79年11月＝150円、82年11月＝130円、83年11月＝120円と元が下落（現在は約14円）。工場の学卒従業員の月給が約30～35元、一家1日の食費が1元と聞いていた頃のことである。

シーズンオフは、食堂で所望しても乾物ナメクジウオをもどし、醤油味にした料理しか供されなかった。その後、漁獲シーズンに同地を訪れることのないまま、資源減少のためか、廈門でナメクジウオの名を聞くことがなくなってしまった。

わが国でも同様に、筆者が80年代、蒲郡の水産工場を訪れた折り、ナメクジウオの情報を関係者に求めたが、生息地周辺でもこの生物の話題はまったく無かった。しかし、2009年11月に、三重大学生物資源学部海洋生態学研究チームが三重県英虞湾の湾口部で13個体を発見したとのニュースがあった。

魚類の祖先といわれてきたが、2008年6月19～20日の各紙が「ヒトの祖先はナメクジウオ。ゲノム解読、ホヤ説覆す」と題し、京都大学の佐藤矩行教授らの国際共同研究チームがゲノム解読により、脊椎動物の起源がナメクジウオであることを英科学誌「ネイチャー」に発表したニュースは記憶に新しい。

廈門招待所（廈門賓館）と廈門華僑大厦

余談であるが、当時の廈門賓館（今はない）は現存の廈門賓館とは所在地・経営者も異なる。廈門最良のホテルは鷺江賓館であったが、満室で仕方なく、政府関係者招待所の当時の廈門賓館に宿泊した。平屋建て（一部2階立て）の、風呂の湯も出ず、サービスも衛生面もレベルが低かった。



写真22 廈門の政府招待所（廈門賓館）。もと廈門神社の跡地。狛犬が残っていた。



写真23 廈門賓館の敷地内の廈門神社の社務所と思われる古い建物。

しかし、貴重な体験もした。この招待所は日本軍の厦門占領時代に創建した厦門神社の跡地に建てたもの。厦門神社の痕跡が周辺のいたるところに見られる。社務所、狛犬、石階段などは日本の神社そのものである。日本軍の厦門占領は、福州とともに1941年4月であった。福建省の日本軍占領地は福州周辺と厦門周辺だけで、この両地は陸上ではつながらなかった。厦門占領地統治は台湾軍が担当したため、筆者の知人の台湾の人が、当時、日本軍の一員として厦門に進駐した体験談を話してくれた。

厦門招待所の利用は、厦門初訪時だけで、その後は鷺江賓館（その後再三改築）や新築の厦門華僑大廈（今はない）を使用した。華僑大廈は1983年11～12月に初めて利用した。朝食にお粥を食べに時々ホテルの食堂を利用する老夫婦が居た。男性は戦前、早稲田大学に留学したという。セルフサービスでお粥を食べるのであるが、二人は自宅から持ってきたハンカチ風の布で茶碗を拭いてからお粥を盛り付けていた。茶碗が汚ないからという。留学して日本の清潔感を身に付けて帰ってきたようだ。

司馬氏が「閩のみち」の最後をこの厦門華僑大廈の1泊で終えたのは、筆者が宿泊した4ヶ月後の84年4月であった。司馬氏はこのホテルでは、ほとんど外出せず、昼食に南普陀寺の精進料理を食べただけのようである。

厦門名物、ゴカイの煮こごり「土笋（筍）凍」

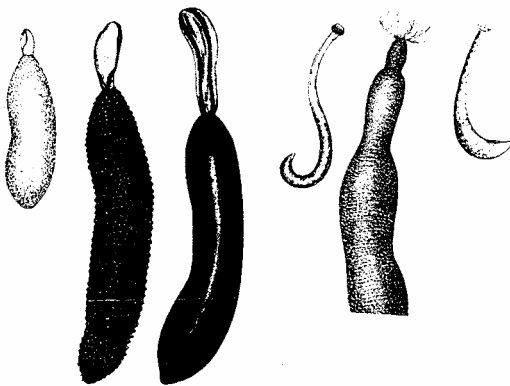
厦門近郊の郷土料理に「土笋（筍）凍」がある。海浜の砂中等によく見るゴカイの煮こごり料理である。筆者の経験では、厦門から西方、龍海、漳州方面の街道沿いに「土笋凍」の看板を出した食堂を多く見た。

原料として使われるのは、閩南（福建省南部）各地の海浜の潮間帯から浅海の石の下、岩礁の割れ目、砂中に棲む体長、形状ともミミズに似た紫色のゴカイで、ホシムシ科（星口動物門）のサメハダホシムシ（*Phascolosoma scolops*）。中国名は「叫星虫」、「海沙虫」、「沙虫」、「土笋」など。

ここでホシムシをゴカイと書いたが、正しくはゴカイではない。体がひも形あるいは紡錘形で体前端に吻をもっているナガムシの環虫類（ゴカイ、ミミズ、ヒル類）、ユムシ類及びホシムシ類を一括して広義の環形動物と呼ぶことがあり、ユムシ類とホシムシ類はまたとくに近縁

であるため“Gephyrea”という群にまとめられたこともあるが、現在は環形、ユムシ及び星口の3動物門に分けられている。したがって、ホシムシはゴカイの近縁の類というべきであるが、仮に土笋＝ゴカイとした。

筆者がこの料理を最初に食べたのは、文昌魚と同様、厦門賓館の前菜（五彩小喋）の冷菜としてで、厦門初訪の賓客に土地の珍味を供したのであろう。その後も何回か食事に出た。味はよいが、皿の



生きてる化石、ナメクジウオ。中国の魚類図鑑は、ナメクジウオ綱で始まり、その次がサメなどの軟骨魚類。この図鑑の説明に、厦門の劉五店に多く生息すると書かれている。

中のゴカイかミミズの残骸は、あまり気持ちのよいものではない。ゴカイを食塩を加えて煮ると、体内から多量のゼラチンが出て、冷やすと透明な煮こごり状になる。調味料で味付けし野菜等が少量入る。ゴカイはぶつ切り状で煮こごり中に残る。釣り餌にされる環虫類のゴカイやイソメのような剛毛はない。「土笋」は、その形状から、「凍」は冷やすことの意味である。

厦門の観光案内書「厦門風光」(1981年6月刊、福建人民出版社)に、「其形如笋而小、生江中、形丑味甘」とある。「丑」は醜、「甘」は美味の意味である。同書によると、この料理は数百年の歴史があり、清の乾隆帝の頃からのものである。久しく故郷を離れて異国に暮らす閩南出身の華僑は、帰国して近親者の歓迎の宴でこの料理が出されると懐かしい故郷の味として、大変感激するという。

中国南部の広西チワン族自治区の北部(トンキン)湾沿岸地域でもゴカイ(沙虫)スープが珍味として有名。「名物の「沙虫とうがんスープ」の中から、この沙虫をつまみ出し口にしてみた。トウガンの味ともマッチして、なかなか香ばしい。沙虫のだしが十分出たスープのうまみを楽しむのが肝要という。地元の人たちの間では、沙虫を刺身にして食べることも多いと言うが、さすがに生食は遠慮した。」(夕刊読売新聞2000年10月30日)。韓国でも釜山周辺で、ホシムシ(星口動物門)に近いユムシ(ユムシ動物門ミドリユムシ科)を生食する。「ケブルは日本語でユムシ。まるで“太った大ミミズ”という趣。体長10cmほど、ほんのりと桃色の体がもぞもぞと動く。港町・釜山の水産市場にひしめく店にはたいてい、様々な魚や貝類とともに、ケブルがある。刺身でゴマ油につけるとおいしいし、焼酎にも合う」(朝日新聞2010年8月28日)。

以上

微生物汚染源の迅速推定システム『ラピコム』

アース環境サービス株式会社

執行役員 総合分析センター長

理学博士 猪野 毅

はじめに

食品業界では異物混入事故や食中毒はもとより腐敗・変敗などの微生物汚染によるクレームや自主回収が依然として多いのが現状である。多くの業種業態の食品工場で、安全で健全かつ良質の製品を製造するための衛生管理（監視）システムとしてのHACCPへの取り組みが進む中、なぜ食品事故が続いて起こるのか。実際、食品工場の現場では、洗浄消毒計画などで科学的根拠取りが不十分であり重要な管理ポイントの設定や管理方法が不明確であること、再現性のある対策が講じられていないこと、実際のクレームあるいは食品の性質を考慮した潜在的なクレームの原因菌を的確に捕捉するモニタリング計画が立てられていないこと、などが散見され、その対応策に苦慮している。本稿では、とくに食品工場での微生物汚染による事故を効果的に解決するためのツールとして開発され、実用化されている「微生物汚染源の迅速推定システム『ラピコム』」について紹介したい。

『ラピコム』システム開発の背景

食品工場、とくに中小の食品工場では、微生物汚染（衛生）状態の指標とされる大腸菌群で困っており、納入先からの強い指導もあり、汚染原因の究明と汚染防止対策についての相談が数多くあった。実際、汚染源が特定できないまま、取りあえず大腸菌群が検出されたポイントを多くの労力と時間、そして経費をかけて洗浄消毒作業にあたり、その都度何とか抑えながらも根本的な解決とはならず汚染を繰り返すという状況を目の当たりにしてきた。弊社に対して、どのポイントでの清掃が効果を示したかを調査してほしいとの依頼も数多く受けている。

そこで、大掛かりな機器を用いず、工場の規模の大小にかかわらず、多くの工場の検査室でも十分対応可能であり、製品の大腸菌群汚染源を絞り込むことができ、かかる労力や時間を大幅に削減し、迅速かつ効果的な対策を講じることができる衛生管理手法の開発に着手した。この取り組みは、埼玉県産業技術総合センター、コージンバイオ株式会社とアース環境サービス株式会社の3社が共同で開発にあたり、2008年に大腸菌群を対象に実用化を実現した¹⁾。さらに、食品業界でのクレーム削減を目指し、2012年には、食品の変敗の原因として度々問題となっている乳酸菌を対象に、2013年には加熱包装食品で問題となっているバチルス属をはじめとする耐熱性芽胞形成菌を対象としたシステムの実用化を実現した²⁻⁵⁾。

『ラピコム』システムの概要

本システムは、微生物汚染源を探索する原因究明の手段としての技術である。製品に微生物汚染が発生した際に、対象とする微生物の特徴に合わせて特別に開発された専用培地を用いて、

集団を形成して存在する微生物に対して、製品中の微生物の構成比（マイクロフローラ）と、製造工程や製造環境の構成比を比較、参照（フローラパターン解析）することにより、汚染源や汚染経路を迅速かつ簡便に探索する技術である。

フローラ解析をする手法としては、PCR技術をベースとしたものや、DNAプローブをベースとしたものがよく知られている。しかし、設備、費用、手間がかかることや人的資源の投入が必要となることから、食品工場への普及は難しかった。そこで、まず衛生指標菌としての大腸菌群を対象として、寒天平板培地キットを用いてフローラを簡易迅速に検査する方法の開発を進めた。食品や製造工程、製造環境の特定の場所に、どのようなタイプの大腸菌群がどれぐらい存在するかを迅速に把握するために、複数の平板培地のセットを用いた簡易なフローラ解析法を開発した。大腸菌群は菌種により、糖などの資化性や薬剤などに対する耐性が異なることから、さまざまな組合せの糖や薬剤を培地に添加して生育の有無により大腸菌群の種類を区分できる成分構成4種類を決定した（MAC（Microflora Analysis of Coliform）キット）。13属28種50株の標準菌株のMACキットによる分類では、試験したすべての標準菌株が4つのグループのいずれかに分類され、追加試験した野生株についても符合することが確認された。乳酸菌については抗菌性物質に対する感受性の違いにより4つのフローラパターンに分けるための専用の培地（MAL（Microflora Analysis of Lactic acid bacteria）キット）を開発した。耐熱性芽胞形成菌（バチルス属及びその関連属細菌）については耐塩性と有機酸による発育抑制を応用することで4つのフローラパターンに分けるための専用の培地（MAB（Microflora Analysis of Bacillus spp）キット）を開発した。各キットは、実際に各種食品工場にてフィールド検証を行い有効性が確認され、フローラ解析による新しい衛生管理手法として『ラピコム（Rapicom）』を実用化した。『ラピコム（Rapicom）』とは Rapidly detect a Contaminated Origin by Microflora の略称で、商標登録されている。

大腸菌群を例に、システムの概要を図1に示す。図中の帯グラフは、大腸菌群を4つのグループにタイプ分けしたときに、各々のグループに属する菌株の構成比（大腸菌群フローラ）を

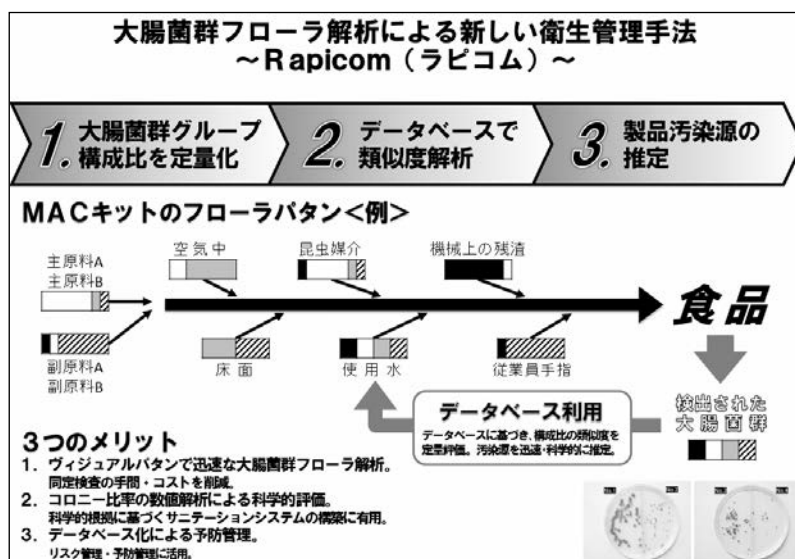


図 1

表したものである。食品への微生物の汚染源としては、原材料や資材、使用水、加工機械・設備の汚れや残渣、工場内の空気や床面、従業員の手指や服装など、さまざまな要因が挙げられる。本システムでは日常検査で食品（製品）から大腸菌群が検出された場合、汚染源の可能性のある製造工程や製造環境の拭き取り検査や原材料、中間製品の検査サンプルを、必要に応じて増菌培養した後専用の培地MACキットに塗布し、35℃で一晩（12-15 時間）培養する。培養後、生育菌数をカウントし、解析ソフトを用いてサンプルのフローラを計算し、食品と各サンプルのフローラの類似度解析、クラスター分析をすることにより、24時間後には精度の高い、科学的根拠に基づく汚染源や汚染経路の推定が可能になる（図1では使用水）。同様に、本システムは、乳酸菌ではやや長めの増菌培養で、耐熱性芽胞形成菌では加熱処理後の増菌培養と中温菌と高温菌に分けた培養温度にするなど、前処理や培養条件を工夫することで、乳酸菌や耐熱性芽胞形成菌に対しても実用化された。

『ラピコム』システムの特長

本システムは、食品（製品）の微生物汚染源あるいは汚染（混入）経路を探索する原因究明のための手段であり、その目的は迅速かつ効果的に「科学的根拠」に基づき「再現性のある」対策を講じることで問題となる微生物をコントロールすることである。対策を重視したシステムである。

本システムの特長はつぎの通りである。

- (1) 後追いの面倒な同定検査をせずに、4種類の培地での生育の有無により対象とする微生物群の種類を区分検出できるよう開発された専用培地キット（現在、大腸菌群用、乳酸菌用および耐熱性芽胞形成菌用の3種類）を使用することで、迅速にフローラ解析ができる。検査そのものが汚染の因果の把握、対策に直結することで、検査費用の削減や検査の省力化が図れる。本システムでは、検査から解析（汚染源の推定）、対策を講じるまでに、通常、大腸菌群で最短24時間、乳酸菌で3日、耐熱性芽胞形成菌で2日で済む。標準菌株および野生株を用いた専用培地キットでの生育パターン（データベース）から、フローラを構成する菌種の可能性を推定することも可能である。
- (2) 専用培地キットでの生育コロニー数から数値解析によりフローラ（細菌の構成比）を計算し、食品とのフローラの類似度を解析することで汚染源を推定できるので、工場の検査室でも、科学的根拠に基づき、経済的かつ効率的な洗浄殺菌のシステムを組むことができる。清掃の重点管理ポイント、いわゆるCCPが明確になることで、製造現場での負担も軽減できる。
- (3) 製造現場でのデータベースを構築することで、汚染予防管理が可能となる。

本システムは、経済的かつ効率的に、科学的根拠に基づき、再現性のある対策を講じることで、「ムリ・ムダ・ムラ」を排除し、クレームの削減や資源（人や物）を有効に活用できるなどの経営メリットをもたらすことになる。

『ラピコム』システムの適用事例

本システムでは、サンプリング（拭き取り）方法とサンプルの処理法に特徴がある。製造工程や製造環境の拭き取りには滅菌ガーゼとピンセットを用いることである。大腸菌群やバチル

ス属などの細菌にはバイオフィルムを形成するものも多く報告されている。実際に製造現場で綿棒とガーゼによる拭き取り法の違いによるデータの検証を行った結果、そのフローラに違いが出ることを確認された。本システムは多くの食品工場で洗浄消毒のバリデーションにも活用されており、洗浄消毒後にそこに存在する微生物を的確に把握する必要があるからだ。わずかに残留する汚れ（有機物）、バイオフィルムをも削ぎ取るためにはガーゼとピンセットを用いた強い力で拭き取ることが重要である。

専用の培地への菌液の塗布量が $50\mu\text{l}$ と少ないことや前述した通り洗浄消毒のバリデーションによく活用されていることなどを考慮して、本システムではサンプルの処理に増菌培養を取り入れている。増菌培養用に工夫された液体培地で少ない菌数を増菌させ、集団を構成する微生物の構成比をより明らかにするためである。増菌時間や培養温度によるフローラへの影響についても標準菌株や野生株を用いて検証を行い、その構成比（割合）に影響がほとんど見られないことも確認されている。例として、乳酸菌用のサンプリング器材を写真1に示す。



写真1

本システムは多くの食品工場で採用され、効果もあげている。例えば、大腸菌群では、ゆでめん、弁当惣菜、和洋菓子、冷凍食品、魚肉練り製品、豆腐や食肉製品などで、乳酸菌では、食肉製品、惣菜、和洋菓子や豆腐などで、耐熱性芽胞形成菌では、和菓子、発酵食品、弁当惣菜、食品添加物、飲料や医薬原料などでも採用され加熱包装食品への展開が期待されている。

本システムの活用場面としては、食品の微生物汚染源や汚染経路の推定はもとより、洗浄消毒のバリデーションや洗浄消毒計画の見直し、現場作業従事者の教育訓練やHACCPプランの検証などがあり、微生物クレームの削減や衛生管理のレベルアップに寄与するものとする。以下に、具体的な事例について紹介する。ここでは、ラピコムの乳酸菌用MALキットを用いて製品（惣菜）の汚染源、汚染経路を推定した例について述べる。

真空包装後加熱殺菌された当該製品は散発的に乳酸菌による膨張クレームを起こし、その制御に苦慮していた。製造工程や容器器具類での乳酸菌の汚染菌数は少ないことは食肉

製品などでもよくあることで、同様に通常の乳酸菌の自主検査では汚染源は把握できなかった。そこで本システムを導入し調査を行った。その結果を図2に示した。それによると、

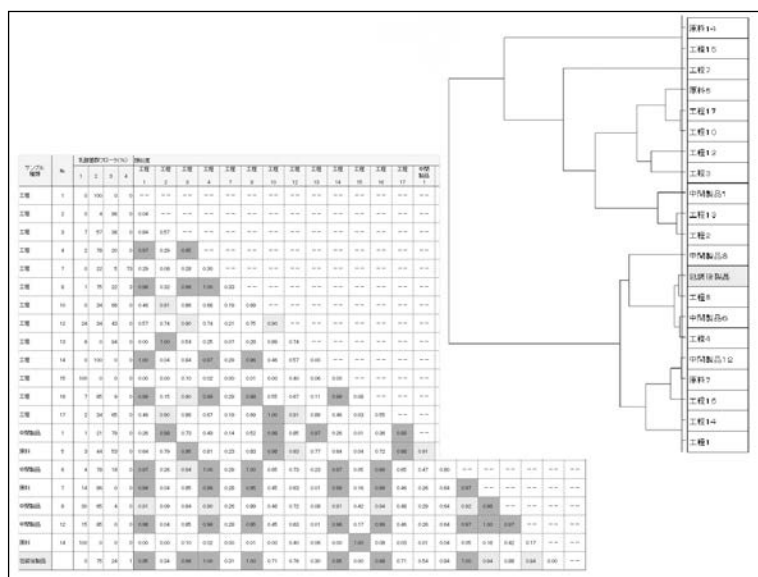


図2

- (1) 包装後製品（加熱殺菌前）のフローラパターンは、加熱具材を入れる特定の容器類（工程8および4）のパターンと高い相関を示したが、他の容器類（工程2など）のパターンとの相関は低かった
- (2) 煮炊き液の充填機のパッキン（工程17）、液充填ホース（工程16）、液充填ノズル（工程14）との相関は低く、煮炊き液の容器（工程12）や煮炊き液（中間12）との相関も低かった
- (3) 未加熱具材（原料）との相関も低く、加熱具材を冷却する真空冷却器内との相関も低かったことなどが確認された。

これらの結果に基づいて、汚染源は加熱具材を入れる容器類であると推定され、原料の加熱条件はほぼ妥当であり、煮炊き液のラインの影響は低いと判断し、まず容器類の取り扱いと洗浄消毒の方法の見直しを行った。併せて、包装後加熱殺菌した後の急速冷却も採用した。その結果、当該製品についての乳酸菌汚染クレームは1年以上ゼロが続いている。

その他、乳酸菌に関しては、加熱後冷凍する冷凍ハンバーグで、スパイラルフリーザーが汚染源と推定され、フリーザー内のリセット清掃の効果により改善された例や食肉製品（ウインナーソーセージなど）での改善の例などもある。

なお、大腸菌群に関しては、前述した食品業種で効果を上げており、とくにゆでめんの工場では工程の部品が特定され数年にわたり製品の大腸菌群汚染ゼロが続いているところもある。豆腐工場での一連の分析法を含めその詳細例が記載されており併せて参照していただきたい¹⁾。耐熱性芽胞形成菌については、医薬原料の工場で長年苦慮していた問題について、特定箇所の清掃マニュアルを見直し強化継続することで効果を上げている。

「ラピコム」システムの検査法（概略）

1. サンプルング（検体採取）

1.1 サンプルング器材

- (1) 滅菌ガーゼ (2)滅菌ピンセット (3)滅菌袋 (4)滅菌生理食塩水 (5)増菌培養用液体培地

1.2 サンプルング方法

- (1) 表面付着菌は、バイオフィルムを考慮し、滅菌ガーゼとピンセットを用いて、強く丹念に拭き取る。乳酸菌を対象とする場合には、増菌培養用液体培地の入った遠沈管にその場で採取する。
- (2) 原料、中間製品、製品を滅菌袋に採取する。

2. 検査法

- (1) 必要に応じて適当な時間増菌培養を行う。耐熱性芽胞形成菌の場合は加熱処理後増菌培養する。
- (2) 調製した試料原液または希釈液を当該専用培地キットに50 μ lづつ接種し、コンラージ棒で塗抹する。
- (3) 大腸菌群では35℃、15-18時間、乳酸菌では30℃、48時間（嫌気培養）、耐熱性芽胞形成菌では、42℃（中温菌）または55℃（高温菌）、24時間培養する。培養後、大腸菌群では発色コロニーを、他は全コロニーをカウントする。
- (4) 生育コロニー数を数値解析し、製品との類似度を解析する。

おわりに

『ラピコム』システムが2008年に大腸菌群からスタートしてから5年が経過し、食品業界にも周知され導入事業所も増加している。その間、食の安全・安心のニーズに応えるべく、乳酸菌や耐熱性芽胞形成菌への展開も進めてきた。本論で述べたように、本システムは製品の微生物汚染源、汚染経路を探索する手段であり、迅速かつ効果的な対策を講じることで、問題となる微生物を制御しようとする対策重視のシステムである。HACCPの登場で、微生物管理は、これまでの量レベル（菌数レベル）の管理から質レベル（問題となる微生物レベル）への転換が求められている。菌数が少なくとも保管流通の中で問題を起こすこともある。増菌培養やバイオフィルムを考慮したガーゼによるサンプルングなど、潜在的な問題微生物をも探索することで予防管理が可能となる。本システムを微生物モニタリングの一つの手段として位置づけ、定期的に工場内の対象とする微生物フローラを把握し、データベースとして記録を蓄積していくことにより、微生物管理レベルは効果的なものになる。

最後に、本システムは、加熱など殺菌工程を有する食品に対してとくに効果を発揮するものであることを付記させていただく。これからも、食品工場はもとよりさまざまな業種の事業所のニーズに応え、本システムを進化させていきたい。

参考文献

- 1) 富永達矢・猪野毅・大川三郎・関根正裕：マイクロフローラ解析によるアドバンストサニタリーシステムの開発、食品工業、Vol. 51、No. 16、pp27-33（2008）
- 2) アース環境サービス㈱、東洋製罐グループホールディングス㈱：短時間・低コスト・高精

度で微生物汚染状況を一括検査、月刊HACCP、第19巻、第5号、pp40-43（2013）

- 3) アース環境サービス㈱、東洋製罐グループホールディングス㈱：クレームの原因菌対策で技術協力、月刊食品工場長、第17巻、第1号、pp44-45（2013）
- 4) 猪野毅：食品の総合的衛生管理ビジネスにおける微生物学的業務―（その2）：アレルギーの臨床、Vol. 31(12)、pp79-81（2011）
- 5) 猪野毅：微生物汚染源の迅速推定システム「ラピコム」、クリーンテクノロジー、Vol. 23(8)、pp70-73（2013）

なお、弊社ホームページにもESCO News Letterとして紹介されているので併せて参照していただきたい。

<文献紹介>

『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』

新着文献情報 その41：平成25年12月号（平成25年8月～平成25年10月）

公益社団法人日本冷凍空調学会 参与

東京海洋大学 食品冷凍学研究室

白石 真人

1. ☆☆鶏肉コールドチェーンの安心安全のためには？☆☆：

家禽類の貯蔵期間中のコールドチェーン破断を想定し温度変化のシミュレーションによる数種類の化学成分のグラム陰性細菌除染処理の有効性

Effectiveness of several chemical decontamination treatments against Gram-negative bacteria on poultry during storage under different simulated cold chain disruptions

Alicia Alonso-Hernando, Carlos Alonso-Calleja, Rosa Capita

Food Control, 34 (2013) 574-580

コールドチェーンは最初から最後まで所定の低温（チルド、凍結温度等）に一定に貯蔵されることによって食中毒菌や腐敗細菌等の制御、おいしさや食品特性に関わる食品成分の劣化の制御が可能であり、品質保持のための食品添加物が不要なため安全だけでなく消費者の安心に応えることができる。

高度な設備と十分な制御システムを備えた理想的なコールドチェーンが普及実用化しているものの今日でも実際の複雑多岐なコールドチェーンでは様々なトラブルが日常的に多発している可能性がある。トレサビリティ手法を用いて温度を記録し高品質を維持する技術は既に開発され、実用化されている。

本論文は鶏肉コールドチェーンのどこかで思いがけない事故で温度が上昇する可能性を想定し、その場合でも食中毒菌の増殖を制御することを検討している。

安全安心のためには貯蔵・流通中に品温が上昇した鶏肉は破棄すべきなのか、食品添加物の使用で不慮の事故に対応するのか、消費前に細菌検査・品質検査をして決めるのか、国情、消費者意識、食料事情など、低価格な食品を求める消費者の安全安心に深くかかわっている。前書きが長くなってしまったが本報の要点は次のようになっている。

グラム陰性菌はサルモネラ菌、大腸菌、エルシニア・エンテロコリチカ、シュードモナス・フルオレッセンスである。除染に用いた化合物はりん酸三ナトリウム（TSP）、酸性化亜塩素酸ナトリウム（ASC）、クエン酸（CA）、過酸（PA）、二酸化塩素（CD）である。シミュレーションの温度条件はT1（ $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 12時間、その後 $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 6時間、続いて $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 102時間）、T2（ $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 18時間、 $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 6時間、 $10 \pm 1^\circ\text{C}$ 96時間）、T3（ $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 18時間、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 6時間、 $7 \pm 1^\circ\text{C}$ 96時間）である。

結果は図1がそれぞれの場合の菌の増殖曲線、表1、2は化学成分の菌の増殖抑制菌数である。TSPは鶏肉の数種類のグラム陰性細菌の増殖を軽度のコールドチェーン破断があった時に、抑制するのに有効であった。他方コールドチェーンの危機的な破断が起きた時にはASCは最も有

効な化合物である。TSPは多くの場合に次善の有効な選択である。CAは微生物の集団を著しく減少させる低温の高い温度域でTSP あるいは ASCよりも有効でなかった。PA と CDはこの目的のために除染処理法として使われないであろう等が結論とされている。

2. 培養細胞凍結保存に対するラクトアミドの凍結保護作用

Cryoprotective Effect of Lactamide on Deep Freezing of Cultured Mammalian Cells

佐藤 朋花 , 矢内 信昭

宮城学院女子大学 生活環境科学研究所研究報告 45, 11-16, 2013-03-01

ヒトを含む哺乳類の培養細胞の凍結保存には凍結保護剤が必要とされ、一般的にはジメチルスルホキシド (DMSO) が使われている。DMSOには細胞毒性や細胞分化誘導作用等があることが知られている。細胞膜を通過する低分子の凍結保護剤としては他にエタングリコール (エチレングリコール)、プロパンジオール (トリメチレングリコール)、メタノール、ジメチルアセトアミド、グリセロール等がある。分子量に大きなポリエチレングリコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルスターチ (HES)、デキストラン、アルブミンなどが細胞外での凍結保護効果について報告されている。極く微量の精子や受精卵ではガラス化法も実用化されている。

本報では水溶性が高く、細胞毒性も低いアセトアミド、ラクトアミド等アミド化合物の培養細胞凍結保護効果について報告している。

細胞はマウス血管内皮細胞株 (MSS31) で、培養液は2%牛胎児血清 (FBS) 添加、D-MEMF12培地で、 $10 \mu\text{g/ml}$ トランスフェリン、 $1 \mu\text{g/ml}$ インスリン、 10ng/ml エピダーマルグロースファクター (EGF) $0.3910 \mu\text{g/ml}$ 亜セレン酸ナトリウムを加え、無血清培養法に近い培養液を使用している。凍結方法は緩慢凍結とし終温は -80°C である。解凍は 37°C の温水で素早く行った。細胞生存率はカルセインアセトキシメチルエステルとヨウ化プロピジウムによる二重染色で測定した。結果は表1, 2に各種のアミド化合物の凍結保護作用としてまとめられている。ラクトアミドとアセトアミドに凍結保護効果があった。1.5M ラクトアミドであった。ラクトアミド溶液で浸透圧を $0.4 \times \text{PBS}$ で調整し1%BSA添加した場合DMSOに匹敵する凍結保護効果が得られている。

3. 大西洋サケ硬直前の赤身肉をスーパーチルド貯蔵した時の筋肉内氷結晶サイズに関する研究

A study of the ice crystal sizes of red muscle of pre-rigor Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets during superchilled storage

Lilian Daniel Kaale , Trygve Magne Eikevik

Journal of Food Engineering, 119 (2013) 544-551

硬直前のサケ赤身フィレを衝撃流動冷凍装置 (impingement freezer) でスーパーチルドし $1.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ で29日間貯蔵した。本研究の目的は前硬直のサケフィレの赤身中の氷結晶形態を観察研究することである。本スーパーチルドでは試料の一部は部分的に急速凍結 (30°C , $227 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, 2.1min) であり、対照の 低速度凍結は (20°C , $153\text{W/m}^2 \text{ K}$, 4.2 min) である。

氷結晶観察試料はClarke 溶液 (無水エタノールと氷酢酸 ; 3:1) を用い $1.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 24時間固定している。

図2はスーパーチリングのサケフィレーの冷却（凍結）曲線で、時間は0.035 時間まで、フリーザー温度は-30℃となっている。図3は貯蔵中の温度履歴25分まで、図4は筋肉中の氷結晶サイズを示す顕微鏡写真、図5は貯蔵期間（29日）中の氷結晶サイズの変動、図6に顕微鏡写真、図7，8に硬直前と後の比較がある。結果として、硬直前赤身筋肉細胞内氷結晶サイズは有意に白身肉より小さかった。多数の小さな氷結晶が硬直前筋肉のパーシャルフリージング中に筋肉内に形成された。赤身肉、白身肉（硬直前と後の）それぞれでスーパーチルド食品の貯蔵中の品質パラメーター（品質と製品寿命）をより理解することが将来の研究課題である。

スーパーチルドに関してさらに次の報告があった：

The effect of cooling rates on the ice crystal growth in air-packed salmon fillets during superchilling and superchilled storage

Lilian Daniel Kaale, Trygve Magne Eikevik, Tora Bardal, Elin Kjorsvik, Tom Ståle Nordtvedt

international journal of refrigeration 36 (2013) 110-119

Ice crystal development in pre-rigor Atlantic salmon fillets during superchilling process and following storage

Lilian Daniel Kaale, Trygve Magne Eikevik, Turid Rustad, Tom Ståle Nordtvedt, Tora Bardal, Elin Kjorsvik

Food Control 31 (2013) 491-498

Industrial superchilling, a practical approach

11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)

Astrid M. Stevika, Ingrid C. Claussen

Procedia Food Science 1 (2011) 1265-1271

日本ではむしろパーシャルフリージングと言われている貯蔵技術に近いかもしれないが、最大氷結晶生成帯近辺で氷結晶サイズが大きくなるという問題を克服できるのかも知れない。過冷却凍結で試みられている微細結晶形成後大温度差での急速凍結にも興味がある。今後は比較的大きなブロック状での微細氷結晶による凍結貯蔵が課題である。

4. ☆☆冷凍空調便覧☆☆

第IV巻 食品・生物編（改訂実行委員会主査：相良泰行）2013年9月4日発行

第1章 食品・生物への低温利用の基礎物理化学

1・1 序論：生物・食品と水/1・2 水と凍結/1・3 水溶液の凍結と氷結晶構造/1・4 ガラス状態/1・5 細胞と凍結/1・6 水の状態の測定

第2章 食品低温利用総論

2・1 序論/2・2 食品低温利用の物理・工学/2・3 低温における食品の物性値/2・4 食品低温利用の化学・生化学/2・5 冷凍と微生物/2・6 各種冷蔵技術/2・7 食品の凍結保存/2・8 凍結食品の品質評価概要/2・9 低温流通とコールドチェーン/2・10 凍結技術/2・11 解凍技術/2・12 低温を利用した加工法

第3章 食品の冷却・冷蔵各論

3・1 序論/3・2 農産物/3・3 畜産物/3・4 水産物/3・5 その他食品

第4章 食品素材の凍結保存

4・1 序論/4・2 農産物/4・3 畜産物/4・4 水産物/4・5 その他の食品

第5章 食品の凍結保存

5・1 序論/5・2 農産冷凍食品/5・3 畜産冷凍食品/5・4 水産冷凍食品/5・5 調理冷凍食品総論/5・6 調理冷凍食品各論/5・7 HACCPによる衛生管理/5・8 ホームフリージング/5・9 解凍調理/5・10 フローゼンチルド/5・11 賞味期限

第6章 低温生物学総論

6・1 序論/6・2 低温の生物への影響 -外温動物である昆虫に着目して- /6・3 自然界での生物の凍結適応 /6・4 生物の凍結保存/6・5 生体成分の凍結/6・6 生物の凍結乾燥保存/6・7 凍結および凍結乾燥生物試料の研究手法

第7章 微生物の凍結と乾燥

7・1 微生物の凍結・乾燥と細胞傷害/7・2 凍結と乾燥による系統保存/7・3 凍結および凍結乾燥の応用

第8章 動物細胞および動物組織

8・1 動物細胞の凍結と細胞傷害/8・2 動物精液/8・3 動物胚および卵子/8・4 凍結手術

第9章 植物および植物細胞

9・1 植物培養細胞の超低温保存/9・2 植物・植物組織の冷凍保存/9・3 植物の耐寒性/9・4 植物の光応答と温度の影響

第10章 予冷冷却装置

10・1 総論/10・2 通風冷却装置/10・3 冷水冷却装置/10・4 真空冷却

第11章 冷蔵庫

11・1 概要/11・2 基本設計法/11・3 プレハブ冷蔵庫/11・4 CA冷蔵庫

第12章 低温流通装置

12・1 自動車/12・2 運搬船/12・3 航空機/12・4 海上輸送用コンテナ

第13章 凍結装置

13・1 概要および凍結時間の計算/13・2 空気冷却式凍結装置/13・3 接触凍結装置/13・4 液体冷却式凍結装置/13・5 液化ガス凍結装置

第14章 漁船用冷凍装置

14・1 漁船の概要/14・2 漁船用冷凍装置の基本計画/14・3 冷却冷蔵装置/14・4 凍結凍蔵装置/14・5 活魚畜養装置/14・6 船上加工装置/14・7 空気調和装置/14・8 省エネ技術

第15章 解凍装置

15・1 概要/15・2 空気解凍装置（加湿・水蒸気解凍を含む）/15・3 水解凍装置/15・4 電気解凍装置

第16章 食品冷凍応用装置

16・1 製氷装置/16・2 冷風乾燥装置/16・3 凍結乾燥装置/16・4 果汁の凍結濃縮システム/16・5 凍結粉碎装置

第17章 食品工場

17・1 食品工場の設計/17・2 清涼飲料水工業/17・3 醸造工業/17・4 乳製品工業（アイスクリーム工場）

5. 冷凍の特集

冷凍 2013年8月号 Vol. 88 No. 1030

〔特集：最近のエネルギーマネジメント〕

特集にあたって 枝廣克幸 2

〔食品技術講座6 食品の安全・品質に関する技術講座〕第18回 冷凍すり身の耐凍性およびゲル形成に及ぼすソルビトールと重合リン酸塩の協調作用、加藤 登 35 (585)

冷凍 2013年9月号 Vol. 88 No. 1031

〔特集：過熱水蒸気利用の技術動向〕

特集にあたって 陶 慧 2 (614)

1. 加熱媒体としての過熱水蒸気と湿り空気の利用、伊與田浩志 3 (615)
2. スチームコンベクションオープンにおける蒸気による焼き加熱、杉山久仁子 8 (620)
3. 微細水滴含有過熱水蒸気による食品加熱システムの開発と農産加工への応用、五月女 格 12 (624)
4. 新しい過熱水蒸気利用技術、工藤謙一 16 (628)
5. 冷凍ホタテ貝の加圧過熱水蒸気脱殻と貝柱の加工利用、山崎雅夫 20 (632)
6. 過熱水蒸気を利用した水稻種子消毒装置の開発、野田崇啓 24 (636)

冷凍 2013年10月号 Vol. 88 No. 1032

〔特集：冷凍空調における現在と未来〕

特集にあたって、齋藤 潔 2 (656)

8. 家庭調理の現状と未来、黒川陽子 31 (685)
9. 外食産業の現在と未来、光浦暢洋 36 (690)

〔食品技術講座6 食品の安全・品質に関する技術講座〕

第19回 魚肉の長期保存における過冷却の応用、福岡康文・山根昭彦 44 (698)

〔報告記〕

第30回冷凍技士研修会 「食品の凍結所要時間の予測」研修会、竹埜正敏 53 (707)

集 1 世界と日本の食品安全規格（新連載・第1回）乱立する食品安全に関する規格とコーデックス委員会

氷川 珠恵

ISOマネジメント 14 (2) 67-69 2013-02-00

集 2 あなたも取れる特許：その発想法と勘所（vol. 7）氷蓄熱・多機能ヒートポンプ

？橋 淳一

設備と管理 47 (1) 92-94 2013-01-00

集 3 液膜流下の結晶成長現象における普遍性：氷柱と鍾乳石と金平糖（乱流の普遍性と個別性：流体乱流を通して宇宙を見る）

上之 和人

数理解析研究所講究録 1822 84-96 2013-01-00

集4 時間を有効に計画するほど効率の価値を生む食品冷却専用のスタティック式蓄水型冷水装置「JI-1616A」(特集 最新のヒートポンプ技術)

松永 勝利、堀川 伸二

エレクトロヒート 33 (5) 41-44 2013

集5 高分解光学顕微鏡でみる氷結晶の成長素過程と表面融解

佐崎 元、サルバドール・ゼペダ、中坪 俊一、古川 義純

日本食品科学工学会誌 60 (8) 445-449 2013

集6 CAS冷凍が可能にしたイカの輸出 (〈メカライフ特集〉食のものづくり)

大和田 哲男

日本機械学会誌 116 (1132) 176-177 2013

集7 新規参入増で変化する冷凍ブリフィレー輸出 (流通 希望の光となるか 養殖魚の輸出)

竹谷 敏

養殖ビジネス 50 (1) 6-9 2013-01-00

集8 -20℃で8年間保存したスギ種子の発芽に対するジベレリンの影響

宮下 智弘、栗田 祐子、生方 正俊

東北森林科学会誌 18 (1) 13-17 2013-03

集9

代謝産物アナログによる酵素活性化・安定化

高木 琴味、甲元 一也、特集 酵素安定化へのアプローチ

Bio industry 30 (8) 43-50

集10

拡大続く冷凍めん市場、さらなる成長目指す～家庭用・業務用ともに脱安売りの付加価値がカギ～

柴田明子、竹ノ内友香

酒類食品統計月報 2013年7月 33-40

集11

おいしい冷凍～冷凍をおいしくする、冷凍でおいしくなる～

現代農業 2013・9 292-313

集12

磁気冷凍技術の糖研究開発動向

宮崎佳樹、脇耕一郎、荒井有気、水野克俊、吉澤佳祐、長崎賢

鉄道総研報告 47-50

集13

冷凍によるコールドチェーン用温度管理インディケーターの簡易化

須藤あゆみ、山本貴志、一色賢司

日本食品科学工学会誌 60 (9) 466-470

集14

冷凍関連 ポストR22時代の冷媒と冷却装置：低GWP冷媒と自然冷媒冷却システム

宇野 光世

海洋水産エンジニアリング 13 (111) 49-59

集15

冷蔵期間および冷蔵後の保管温度がりんご”フジ”にの果実品質に及ぼす影響

羽山裕子、立木美保、樫村芳記、中村ゆり

日本食品保蔵科学会 39 (4) 183-187

集16

細胞接着状態での凍結保存に適したDimethyl sulfoxide 濃度の検討

関根宏章、村勢則郎、長原礼宗

低温生物工学会誌59 (2) 133-136

集17

子囊菌由来不凍タンパク質の機能解析

深見大地、花田祐一、成晶、津田栄

低温生物工学会誌59 (2) 157-160

集18

Accelerated O-Glycosylation under Frozen Conditions and Its Application to the Synthesis of Complex Glycans

Ishiwata Akihiro, Sakurai Ayaka, Ito Yukishige

Trends in glycoscience and glycotechnology

24 (138-140) :2012 179-189

集19

Extension of the shelf life of chilled hake (*Merluccius merluccius*) by a novel icing medium containing natural organic acids

Bibiana Garcia-Soto, Santiago P. Aubourg, Pilar Calo-Mata, Jorge Barros-Velazquez

Food Control 34 (2013) 356-363

集20

C²SLDS: A WSN-based perishable food shelf-life prediction and LSFO strategy decision support system in cold chain logistics

Lin Qi, Mark Xu, Zetian Fu, Trebar Mira, Xiaoshuan Zhang

Food Control 38 (2014) 19-29

集21

Investigating the effect of starting mode on food fat gel layer formation on cold surfaces

J.-Y. Huang, Y.M.J. Chew, D.I. Wilson

Journal of Food Engineering 119 (2013) 454-463

集22

Effect of modified tapioca starch and xanthan gum on low temperature texture stability and dough viscoelasticity of a starch-based food gel

Nispa Seetapan, Asira Fuongfuchat, Chaiwut Gamonpilas, Pawadee Methacanon, Waranit

Pongjaruwat, Nattawut Limpanyoon

Journal of Food Engineering 119 (2013) 446-453

集23

Thermal insulation requirements and new cardboard packaging

for chilled seafood exports

Namasivayam Navaranjan, Graham C. Fletcher, Graeme Summers, Robin Parr, Ross Anderson

Journal of Food Engineering 119 (2013) 395-403

集24

Rheological characterisation of sorbet using pipe rheometry during the freezing process

Marcela Arellano, Denis Flick, Hayat Benkhelifa, Graciela Alvarez

Journal of Food Engineering 119 (2013) 385-394

集25

Preservation of carbon dioxide clathrate hydrate coexisting with sucrose under domestic freezer conditions

Tadaaki Sato, Satoshi Takeya, Hironori D. Nagashima, Ryo Ohmura

Journal of Food Engineering 120 (2014) 69-74

集26

Estimation of frozen storage time or temperature by kinetic modeling of the Kramer shear resistance and water holding capacity (WHC) of hake (Merluccius merluccius, L.) muscle

Javier Sanchez-Valencia, Isabel Sanchez-Alonso, Iciar Martinez, Mercedes Careche

Journal of Food Engineering 120 (2014) 37-43

以上

＜編集後記＞

早いもので、あと一月で今年も終わろうとしています。

10月の暑さがうそのように朝夕の冷え込みが一段と厳しくなり、秋を通り越し冬を迎えようとしています。

秋口から春先にかけて注意しなければならない食中毒は、ウイルス性の食中毒「ノロウイルス」です。特に昨年度は「ノロウイルス」が大流行しました。過去10年間で2番目の発生件数、患者数となったそうです。

2012年度の発生件数は416件、患者数は17,632名（厚生労働省HPより）

自分自身が感染源とならないよう、「ノロウイルス」に関する正しい知識と予防方法について理解を深めることが大事です。また、商品を取り扱う施設では、ドアノブなど手指が触れる箇所の洗浄・消毒を心がけ二次感染の予防に努める必要があります。

ウイルス性食中毒「ノロウイルス」に感染しないよう、体調管理に留意し厳しい冬を乗り切りましょう。

（門田）

編 集 委 員	西 岡 裕一郎（日本水産）	発 行 所	冷凍食品技術研究会 〒105-0012 東京都港区芝大門 2-4-6 豊国ビル 3F （一財）日本冷凍食品検査協会内 （TEL）03-3438-1414 （FAX）1980
	石 村 和 男（極洋）		
	中 井 良 和（明治）		
	門 田 実（アクリフーズ）		
	石 黒 寛（ニチレイフーズ）		